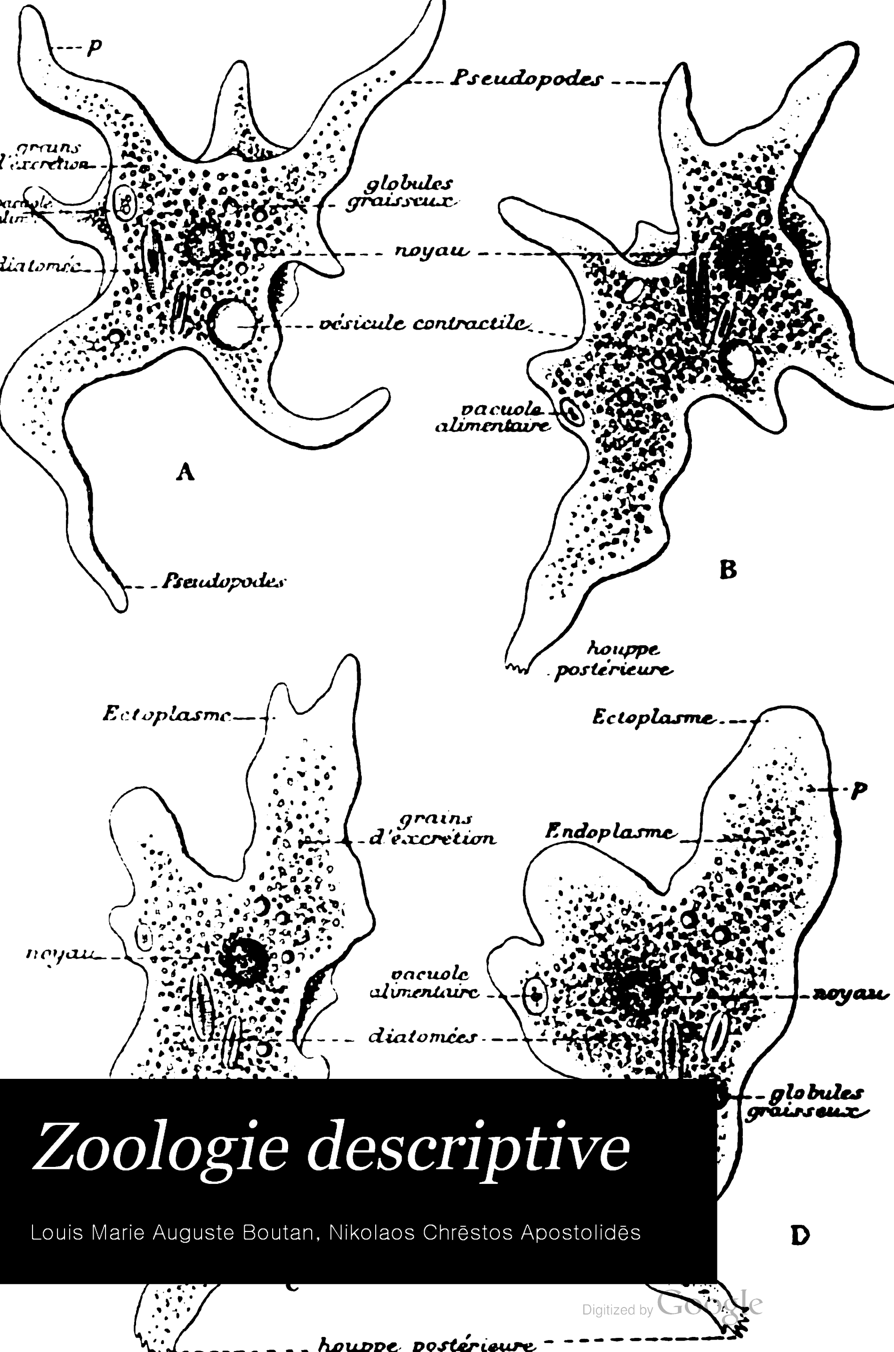


Zoologie descriptive

Louis Marie Auguste Boutan, Nikolaos Chrēstos Apostolidēs

ZOOLOGIE DESCRIPTIVE

DES

INVERTÉBRÉS

ZOOLOGIE DESCRIPTIVE

ANATOMIE — HISTOLOGIE ET DISSECTION

DES FORMES TYPIQUES D'INVERTÉBRÉS

PAR

N.-C. APOSTOLIDÈS, Prof. à l'Université d'Athènes,
LOUIS BOUTAN, Maître de conférences à l'Université de Paris,
E. BRUMPT, Préparateur à l'École des Hautes-Études,
L. CUÉNOT, Prof. à la Faculté des sciences de Nancy,
YVES DELAGE, Prof. à l'Université de Paris,
FABRE DOMERGUE, Direct. adjoint du laboratoire du Collège de France,
L. FAUROT, Docteur ès sciences naturelles,
GOURRET, Prof. à l'Université de Marseille,
Dr **J. GUIART**, Chef des Travaux à la Faculté de Médecine de Paris,
PAUL HALLEZ, Prof. à l'Université de Lille, **L.-F. HENNEGUY**, Prof. au collège de France,
CH. JANET, Président de la Société zoologique de France,
LOUIS JOUBIN, Prof. à l'Université de Rennes,
J. JOYEUX LAFFUIE, Prof. à l'Université de Caen,
LOUIS LÉGER, Chargé de cours à la Faculté des sciences de Grenoble,
E.-A. MINCHIN, De Merton collège, Oxford, **J. POIRIER**, Prof. à l'Université de Clermont,
G. PRUVOT, Prof. à la Faculté des sciences de Grenoble,
A. ROBERT, Préparateur à la Sorbonne,
E. TOPSENT, Prof. à l'École de Médecine de Rennes,
E.-F. WEBER, Assistant au Musée d'Histoire naturelle de Genève.

Secrétaire de la Rédaction : **Louis BOUTAN**

Avec 608 figures dont 148 tirées en couleurs.

TOME I

PARIS
OCTAVE DOIN, ÉDITEUR
8, PLACE DE L'ODÉON, 8

1900

ZOOLOGIE DESCRIPTIVE

CHAPITRE PREMIER

MÉTHODES GÉNÉRALES DE TECHNIQUE MICROSCOPIQUE

Par L.-F. HENNEGUY
Professeur remplaçant au Collège de France.

Nous ne nous occuperons ici que des méthodes générales de l'anatomie microscopique nécessaires pour l'étude des tissus, des organes ou des animaux de petite taille. Les méthodes spéciales destinées à immobiliser, à tuer, à disséquer les animaux et à examiner certains organes particuliers seront, en effet, indiquées pour chacune des espèces considérées dans cet ouvrage.

Ne pouvant, dans ce court résumé, donner même sommairement les formules et le mode de préparation des réactifs employés en anatomie microscopique, nous renverrons le lecteur aux ouvrages spéciaux, tels que le *Traité technique d'histologie* de Ranvier, le *Traité des méthodes techniques de l'anatomie microscopique* de Bolles Lee et Henneguy, où il trouvera, exposées avec détails, les méthodes que nous nous bornons à indiquer. Notre but, en résumant les méthodes générales de technique, est de donner aux débutants un guide qui leur

permette de faire un choix judicieux parmi les nombreux procédés actuellement en usage. Ce n'est qu'après s'être familiarisé avec ces méthodes, qui suffisent, en général, pour les études histologiques, que le zoologiste pourra aborder la technique nécessaire pour des recherches spéciales, telle que l'étude des centres nerveux ou des terminaisons nerveuses.

Lorsque le zoologiste veut faire une étude approfondie d'un animal quelconque, il doit, autant que possible, tâcher de se procurer plusieurs exemplaires de cet animal ; les uns seront consacrés à la préparation macroscopique des divers systèmes, soit par voie de dissection, soit par voie d'injection ; les autres seront réservés pour les recherches histologiques qui, pour donner de bons résultats, demandent une technique spéciale.

Les méthodes employées pour tuer les animaux très contractiles, en les asphyxiant, par exemple, dans l'eau privée d'air (Gastéropodes terrestres), ou en plaçant dans l'eau douce des animaux marins, permettent la dissection facile de ces animaux, mais altèrent considérablement leurs tissus. L'examen histologique des organes obtenus de cette manière donnerait une idée absolument fausse de la constitution de leurs éléments anatomiques. Il en est de même des animaux vivants, dont la dissection est faite dans l'eau, même additionnée de sel, comme cela se pratique habituellement.

Si l'espèce à étudier est rare et difficile à se procurer, et qu'on ne dispose, par exemple, que d'un seul exemplaire, on devra éviter de placer l'animal dans un liquide pouvant altérer les tissus.

Dans ce cas, on devra disséquer l'animal à sec ou mieux

dans un liquide fixateur, tel que l'alcool à 90°, le liquide de Kleinenberg, une solution d'acide chromique à 1 p. 300. La dissection pourra être ainsi poursuivie pendant un temps plus ou moins long, et les organes, convenablement fixés, pourront être examinés ultérieurement au point de vue histologique. S'il s'agit d'un animal de petites dimensions, on peut, avant de le disséquer, le fixer en entier, en le plongeant dans le liquide fixateur, après avoir pratiqué des incisions dans les téguments, ou après avoir injecté du liquide fixateur, à l'aide d'une seringue de Pravaz, dans la cavité générale du corps ; cette injection préalable donne de très bons résultats pour les Insectes, les Crustacés, et, en général, pour tous les animaux à téguments résistants.

Pour les animaux très contractiles, il est indispensable, avant de procéder à la fixation, de les anesthésier, afin d'empêcher la déformation des organes et le ratatinement des tissus. La chaleur, les fumigations de tabac et la nicotine, le chloroforme, l'éther, le chloral, la cocaïne sont les agents qu'on emploie le plus souvent pour immobiliser les animaux.

Préparations extemporanées. — Dans le cours d'une dissection, il est souvent utile de déterminer la structure d'un organe ou la constitution d'un tissu que l'on rencontre. Un examen rapide d'un fragment de cet organe ou de ce tissu permet, généralement, d'être fixé plus ou moins complètement à cet égard. Pour cela, on dissocie ce fragment, à l'aide d'aiguilles emmanchées, sur un porte-objet, soit à sec, soit dans une goutte d'eau salée à 0,06 p. 100, et l'on examine les produits de la dissociation

à l'état frais. Généralement ce premier examen est insuffisant pour se rendre compte de la nature des éléments auxquels on a affaire.

Il faut alors remplacer l'eau salée par un liquide fixateur, tel que le *liquide de Ripart et Petit*[1], additionné d'une petite quantité de *vert de méthyle*. Sous l'influence de ce fixateur les éléments anatomiques perdant leur transparence et leur réfringence deviennent plus reconnaissables; en même temps leurs noyaux, qui étaient à peu près invisibles à l'état frais, se montrent nettement colorés en vert bleuâtre. Si l'on désire conserver la préparation pendant un certain temps, il suffit de déposer sur le bord du couvre-objet une goutte de *liquide de Brun*[2], qui, peu à peu, se mélange au liquide fixateur, éclaircit les éléments et conserve la coloration due au vert de méthyle. Le liquide de Ripart et Petit peut être remplacé, dans beaucoup de cas, par une solution à 1 p. 100 d'acide osmique, qui convient très bien pour les éléments délicats, épithéliums, éléments nerveux, etc., et qui a l'avantage de noircir les globules graisseux, et, par conséquent, de déceler

[1] Liquide de Ripart et Petit :

Eau camphrée	75	grammes.
Eau distillée	75	—
Acide acétique cristallisable	1	—
Acétate de cuivre.	0,30	—
Chlorure de cuivre.	0,30	—

[2] Liquide de Brun :

Eau distillée.	140	parties.
Alcool camphré	10	—
Glucose	40	—
Glycérine	10	—

Mêler ensemble l'eau, la glucose et la glycérine, ajouter l'alcool camphré et filtrer.

leur présence dans les tissus. Après l'action de l'acide osmique, on peut colorer les noyaux à l'aide du *carmin de Beale* dilué, employé de la même manière que le liquide de Brun ; la coloration est beaucoup plus lente qu'avec le vert de méthyle, et exige de vingt-quatre à quarante-huit heures.

Pour l'étude des membranes, on aura recours au procédé de *demi-dessiccation* de Ranvier, « qui consiste à étendre sur une lame de verre une membrane à l'aide des doigts appliqués sur ses bords. Tant que la membrane est humide, elle se rétracte, du moment qu'on l'abandonne à elle-même. Mais lorsqu'elle commence à sécher (et par suite de la chaleur des doigts qui la tendent, elle sèche plus vite sur les bords), ses bords restent adhérents au verre, et en l'attirant successivement sur ses différents côtés, on arrive à la tendre d'une façon complète ».

Macération et dissociation. — La dissociation des tissus à l'aide des aiguilles ne permet pas toujours d'isoler leurs éléments pour étudier leur forme, parce qu'ils sont réunis entre eux par des substances interstitielles dont la résistance s'oppose à leur séparation. On a recours, dans ce cas, à des agents macérateurs, qui ramollissent ou même détruisent ces substances unissantes ou certains éléments des tissus, tout en maintenant l'intégrité des formes de ceux qu'on désire isoler pour l'étude. On peut alors pratiquer facilement la dissociation, soit à l'aide des aiguilles, soit en agitant les tissus dans un liquide, soit en pratiquant une série de petits chocs répétés sur la lamelle recouvrant un fragment du tissu qui a macéré, placé sur un porte-objet dans une goutte de liquide.

Parmi les meilleurs agents macérateurs, nous signalerons le *sérum iodé de Ranvier* (liquide amniotique de Mammifères, saturé d'iode), l'*alcool au tiers de Ranvier* (1 partie d'alcool à 90° et 2 parties d'eau), le *liquide de Hertwig* (parties égales, acide acétique 0,2 p. 100 et d'acide osmique à 0,05 p. 100), un mélange en proportions variables suivant les tissus, d'une solution de sulfocyanure d'ammonium, de 10 à 1,25 p. 100 et de liquide de Ripart et Petit.

Le temps que les pièces doivent séjourner dans ces liquides varie suivant la nature des tissus et le résultat qu'on veut obtenir. Après dissociation, on peut colorer les éléments par le picro-carmin, l'hématoxyline, le vert de méthyle et faire des préparations permanentes à la glycérine ou au liquide de Brun.

Méthode des coupes. — La méthode des coupes, qui consiste à débiter en tranches minces et parallèles un objet quelconque, est la seule qui permette l'étude complète et approfondie d'un organe, d'un petit animal ou d'un embryon, dont les faibles dimensions rendent la dissection à peu près impossible ou dont l'opacité empêche l'examen par transparence. La méthode des coupes en séries, à laquelle on doit les rapides progrès de l'embryologie, est également applicable à la zootomie des petits organismes. Si l'on possède trois exemplaires d'une même espèce, on fera des coupes en séries de ces individus suivant trois directions perpendiculaires entre elles, les unes, par exemple, perpendiculaires au plan de symétrie de l'animal ; les autres, faites sur le second exemplaire, parallèlement à ce plan, et les dernières, faites sur le troi-

sième individu, suivant une direction perpendiculaire aux deux premières; on aura de la sorte, pour ainsi dire, trois séries de projections dans trois plans différents, qui permettent de voir dans l'espace l'intérieur de l'animal avec tous ses organes et les rapports exacts de ces organes entre eux, de la même manière qu'on lit des épures de géométrie descriptive. Lorsqu'on ne possède qu'un seul exemplaire de l'espèce à étudier, on pourra, au moyen d'une seule série de coupes, reconstruire l'animal pour bien se rendre compte de sa configuration, de la forme de ses viscères, suivre le trajet d'un vaisseau ou d'un canal, etc., en ayant recours, soit au procédé très simple, mais un peu long, indiqué par Fol dans son *Lehrbuch der Vergl. mikr. Anatomie*, p. 35, ou aux autres méthodes exposées par Strasser dans *Zeitsch. f. wiss. Mikr.*, 1886, p. 179.

Ces différentes méthodes sont applicables à la reconstruction d'un organe séparé comme à celle d'un animal ou d'un embryon entier.

Enfin, pour l'étude de la constitution histologique d'un organe, de simples coupes faites à main levée, à défaut de coupes en séries obtenues à l'aide d'instruments spéciaux, de microtomes, suffiront la plupart du temps.

Qu'un animal entier, ou un organe spécial de cet animal, soit destiné à donner des coupes isolées ou des coupes en séries, la suite des manipulations que doit subir cet animal ou cet organe est toujours la même ; elle comprend la *fixation*, le *durcissement*, la *déshydratation*, l'*enrobement* ou l'*inclusion*, la *confection des coupes*, leur *coloration* et leur *montage* dans un milieu conservateur.

La fixation doit être aussi rapide que possible, le durcissement, la déshydratation, l'inclusion et souvent la coloration doivent, au contraire, se faire en général lentement si l'on veut éviter les insuccès, c'est-à-dire si l'on veut obtenir des coupes dans lesquelles les éléments ne sont pas ratatinés, altérés et méconnaissables. Ce n'est qu'après une assez longue pratique, lorsqu'on possède certains tours de main que l'expérience seule peut apprendre, qu'on arrive à abréger beaucoup, dans certains cas, les différentes phases de la méthode des coupes.

I. Fixation. — Cette opération a pour but de tuer le plus rapidement possible les éléments anatomiques, tout en leur conservant la forme qu'ils possédaient pendant la vie.

Les agents fixateurs, de nature physique ou chimique, varient suivant les objets et le but qu'on se propose. Il n'en existe pas de parfaits, d'un usage général. Nous nous bornerons à indiquer les avantages et les inconvénients des principaux agents fixateurs afin que, dans chaque cas particulier, on puisse choisir celui qui donnera le meilleur résultat.

1. *Chaleur*. — La fixation par la chaleur est applicable aux animaux ou aux tissus entourés d'enveloppes imperméables aux liquides, tels que les petits Insectes, beaucoup d'Arachnides, quelques Vers, certains œufs, etc. On place les objets à fixer dans une petite quantité d'eau qu'on porte rapidement à 70° ou 80° C., ou bien on jette les objets dans de l'eau préalablement portée à la température voulue et on les y laisse séjourner quelques secondes ou quelques minutes, suivant leurs dimensions. Au sortir de l'eau chaude, les objets sont mis dans l'alcool ou dans un autre liquide durcissant pour leur donner une

consistance suffisante permettant de faire des coupes.

La méthode de fixation par la chaleur a l'avantage de n'introduire dans les objets aucune substance pouvant modifier leur constitution chimique; aussi doit-elle être employée lorsqu'on se propose de faire sur les coupes des recherches microchimiques. Elle a l'inconvénient de modifier souvent la structure des éléments anatomiques qui renferment de la graisse; celle-ci est, en général, expulsée des cellules dont les parois sont déchirées et renferment alors des vacuoles vides. Souvent aussi, après simple fixation par la chaleur, la coloration des coupes est diffuse et manque d'élection.

On peut, dans beaucoup de cas, lorsqu'il s'agit d'objets difficiles à fixer, associer l'action de la chaleur à celle d'un agent chimique dont la pénétration est alors facilitée. Il suffit généralement, dans ce cas, de porter l'agent fixateur à une température de 35° à 50° C.

2. *Alcool.* — L'alcool fort à 95° ou absolu présente les mêmes avantages que la chaleur; il a un pouvoir de pénétration bien supérieur à celui des liquides aqueux et n'altère pas en général la constitution chimique des éléments ; mais il ratatine le plus souvent les tissus. L'alcool à 90° ou 80° produit moins de ratatinements et devra être préféré à l'alcool absolu quand on aura affaire à des tissus facilement perméables. Si cet agent employé comme fixateur donne, la plupart du temps, des résultats inférieurs à ceux des fixateurs en solutions aqueuses, la facilité qu'on a de se le procurer à peu près partout le rend très utile en voyage, quand on veut rapporter des pièces dont on se propose de faire l'examen histologique.

Il faut seulement avoir soin de changer souvent l'alcool pour empêcher les tissus de macérer et de conserver ensuite la pièce dans de l'alcool à 70° ou 75° jusqu'au moment où l'on fera les coupes.

3. *Acide osmique.* — En solution dans l'eau distillée à 1 ou 2 p. 100, l'acide osmique est un excellent fixateur pour les très petits objets, Infusoires, larves d'Échinodermes, de Vers, et les membranes. On peut employer aussi les vapeurs qui se dégagent d'un flacon renfermant une solution d'acide osmique pour fixer de petits organismes ou des éléments dissociés en suspension dans une goutte de liquide placée sur un porte-objet qu'on renverse au-dessus du goulot du flacon contenant la solution. S'il tue rapidement les organismes et les éléments anatomiques en conservant bien leur forme, l'acide osmique présente plusieurs graves inconvénients ; il est très peu pénétrant, colore fortement en noir, surtout les tissus renfermant des substances graisseuses ; il a une tendance à diminuer le volume des éléments cellulaires, et gêne beaucoup les colorations ultérieures.

Pour obvier à ces divers inconvénients, il faut laver, pendant longtemps et avec soin, à l'eau, les pièces fixées, et les mettre ensuite, pendant vingt-quatre heures, dans le liquide de Müller. On peut aussi faire disparaître la coloration noire en traitant les objets par une solution diluée d'eau oxygénée.

4. *Acide chromique.* — Employé en solution dans l'eau de 1 p. 1000 à 1 p. 100, l'acide chromique doit être considéré comme l'un des meilleurs agents fixateurs, surtout lorsqu'il est associé à l'acide osmique et à l'acide acétique,

comme dans le liquide de Flemming. Malheureusement, il agit lentement et son action n'est pas égale ; suivant le degré de concentration de la solution, l'acide chromique fixe trop énergiquement les parties périphériques ou pas assez les parties centrales ; aussi ne peut-on l'employer pour des pièces un peu volumineuses, ayant plus d'un demi-centimètre d'épaisseur. La concentration de la solution doit être en rapport avec la délicatesse des tissus à fixer ; plus ceux-ci sont délicats, plus la solution sera faible.

La fixation par l'acide chromique exige une immersion dans une assez grande quantité de liquide pendant plusieurs heures. On peut laisser séjourner longtemps les objets dans les solutions à 0,5 p. 100, l'acide chromique étant un agent durcissant en même temps que fixateur. Mais il faut avoir soin, après la fixation, de laver longtemps les pièces à l'eau, jusqu'à ce que celle-ci reste incolore, de manière à enlever l'acide chromique qui ne s'est pas combiné avec les éléments des tissus, sans quoi la coloration des coupes devient très difficile.

5. *Acide picrique.* — Cet acide s'emploie en solution aqueuse saturée à froid. C'est un fixateur très pénétrant, mais peu énergique, coagulant faiblement et d'une manière passagère les substances albuminoïdes. Les objets un péu volumineux peuvent y séjourner pendant plusieurs jours ou même davantage sans inconvénient. Après la fixation on doit enlever tout l'acide picrique par des lavages à l'alcool à 70°. Ce lavage exigeant une grande quantité d'alcool et un temps très long, qu'on peut, il est vrai, abréger en employant de l'alcool porté à une

température de 40°, C., rend peu commode l'emploi de l'acide picrique. On lui préfère généralement le liquide de Kleinenberg, avec lequel la technique de la fixation est la même, mais qui a l'avantage d'être un fixateur plus énergique et de se laisser enlever plus facilement au lavage. Ce liquide donne de très bons résultats avec les Invertébrés marins ; il a seulement le défaut de gonfler le tissu conjonctif et de donner des précipités de sulfate de chaux dans les objets qui renferment des éléments calcaires.

6. *Acide nitrique.* — En solution aqueuse à 3 p. 100, d'une densité de 1,02 environ, l'acide nitrique fixe à peu près comme le liquide de Kleinenberg ; il est cependant moins pénétrant ; il présente l'avantage d'exiger un lavage à l'alcool moins long. Il est surtout employé pour les jeunes embryons.

7. *Sublimé corrosif.* — Le bichlorure de mercure est l'agent fixateur dont l'action est la plus rapide et la plus énergique. Il s'emploie en général en solutions aqueuses concentrées, saturées à froid, soit dans l'eau pure, soit dans l'eau salée à 0,6 p. 100, qui en dissout une plus forte proportion. Pour les Arthropodes on peut se servir d'une solution alcoolique qui pénètre mieux à travers la chitine ; pour les animaux très contractiles (Turbellariés, Némertiens, etc.), on a recours à des solutions chaudes ou même bouillantes.

Les pièces doivent séjourner dans les solutions le moins de temps possible, sans quoi elles deviennent cassantes. Le sublimé doit être extrait par un lavage soigneux à l'eau ou mieux à l'alcool, en se servant d'alcool d'abord à 50°, puis à 70°, 80° et 90°. Malgré un lavage prolongé, il reste

presque toujours dans les tissus des grains noirs microscopiques, dus à une réduction du sublimé et qu'on ne peut enlever que par l'iode. Aussi est-il nécessaire d'ajouter de la teinture d'iode à l'alcool de lavage ; l'alcool jauni par l'iode se décolore tant qu'il reste du sublimé dans la pièce. On ajoute de l'iode jusqu'à ce que l'alcool ne se décolore plus.

Le sublimé entre dans la composition de plusieurs liquides fixateurs, tels que ceux de Lang, de Gilson, de Zenker, etc., qui peuvent souvent remplacer avantageusement la solution aqueuse.

Liquides fixateurs composés. — Nous donnons ici la composition des meilleurs liquides employés soit en histologie, soit en embryologie ou en cytologie, et qui, constitués par un mélange de plusieurs agents fixateurs, tels que ceux que nous avons cités plus haut joints à d'autres moins importants, jouissent à la fois des divers avantages de leurs composants.

Liquide de Flemming :

Acide chromique à 1 p. 100	15 parties
— osmique à 2 —	4 —
— acétique cristallisable.	1 —

Même usage que la solution d'acide chromique, même mode d'emploi. Le meilleur des agents fixateurs; présente à la fois les avantages de l'acide osmique et de l'acide chromique, sans en avoir les inconvénients; noircit à peine les tissus, qui peuvent y séjourner très longtemps où ils durcissent après avoir été fixés.

Liquide de Hermann :

Chlorure de platine à 1 p. 100	15 parties
Acide osmique à 2 —	4 —
— acétique cristallisable.	1 —

S'emploie comme le liquide de Flemming.

Liquide de Lindsay Johnson :

Bichromate de potasse à 2,5 p. 100. . .	70	parties
Acide osmique à 2 — . . .	10	—
Chlorure de platine à 1 — . . .	15	—
Acide acétique cristallisable.	5	—

S'emploie comme le liquide de Flemming.

Liquide de Kleinenberg :

Eau distillée	100	volumes
Acide sulfurique concentré	2	—

Ajouter de l'acide pricrique autant qu'il s'en dissoudra.

Filtrer et ajouter 3 volumes d'eau (excepté pour la fixation des Arthropodes).

Laisser les pièces de trois à vingt-quatre heures, puis laver à l'alcool à 70° jusqu'à décoloration.

Liquide de Zenker :

Eau	100	parties
Bichromate de potasse	2,5	—
Sulfate de soude	1	—
Sublimé corrosif	5	—
Acide acétique cristallisable.	5	—

Fixer les pièces pendant quelques heures, laver longtemps à l'eau, puis à l'alcool à 50°, à 70° iodé, et à 90°.

Liquide de Lang :

Eau distillée.	100	parties
Chlorure de sodium	6 à 10	--
Acide acétique.	5 à 8	—
Sublimé corrosif.	3 à 12	—
Alun	0,5	—

Employé surtout pour les animaux marins, mous et très contractiles.

Liquide de Gilson :

Eau distillée.	4 400 grammes
Alcool à 60°	500 c. c.
Sublimé.	95 à 100 grammes

Acide nitrique à 46° Baumé . .	78 c. c.
Acide acétique cristallisable . .	22 c. c.

Pour les animaux marins, ajouter au fond du flacon quelques cristaux d'iode.

II. Durcissement. — Cette opération a pour but de donner aux tissus une consistance suffisante pour pouvoir être coupés. La plupart des agents fixateurs que nous avons indiqués, en même temps qu'ils tuent et conservent la forme des éléments des tissus, leur donnent une consistance supérieure à celle qu'ils possèdent normalement, et se comportent par conséquent comme des agents durcissants. En général, il est donc inutile de recourir à des réactifs spéciaux pour durcir les pièces fixées par les liquides les plus habituellement employés ; le durcissement se continue pendant les traitements successifs par des alcools de plus en plus forts qui produisent en même temps la déshydratation.

Cependant, après la fixation par la chaleur, on pourra avec avantage durcir les pièces en les laissant pendant quelques jours dans une solution d'acide chromique à 0,5 p. 100.

III. Déshydratation. — Les pièces fixées et durcies qui ne sont pas destinées à être débitées immédiatement en coupes seront conservées de préférence dans de l'alcool faible à 70° ou 75°, ou encore dans un mélange environ à parties égales d'alcool, d'eau et de glycérine.

Si l'on veut, ce qui est le cas le plus habituel, inclure les pièces destinées à être coupées dans la paraffine ou dans le collodion, il est indispensable de les déshydrater préalablement en les faisant passer dans des alcools de

plus en plus forts, à 70°, 75°, 80°, 90°, 95° et l'alcool absolu. Après fixation par les liquides renfermant de l'acide picrique ou du sublimé, la déshydratation doit se faire *lentement* et *graduellement* en laissant les pièces environ douze heures dans chaque alcool ; il vaut mieux ne pas mettre les pièces dans l'alcool absolu et s'arrêter à l'alcool à 95°. Après fixation par les liquides chromiques, on peut commencer sans inconvénient la déshydratation par l'alcool à 80°.

IV. Enrobement et inclusion. — L'enrobement consiste à englober les pièces dans des substances plastiques qui les soutiennent de tous côtés de manière à permettre de les couper en tranches minces sans les comprimer et sans déranger les rapports de leurs parties. Cette méthode, plus rapide et plus facile à employer que celle de l'inclusion, ne peut s'appliquer qu'aux pièces ayant une certaine consistance, compactes et homogènes. Elle permet de faire des coupes à main levée, sans l'emploi d'instruments spéciaux, de microtomes, mais, à moins d'une grande habileté, elle ne donne que des coupes relativement épaisses ne permettant pas un examen à l'aide de forts objectifs.

L'enrobement le plus simple consiste à caler la pièce à couper avec des morceaux de moelle de sureau dans la cavité d'un microtome Ranvier, puis à couler dans cette cavité un mélange à parties égales de cire et d'huile fondu ou de paraffine également fondue. La pièce, avant d'être introduite dans le microtome, sera rapidement promenée sur une feuille de papier à filtrer afin de la débarrasser autant que possible du liquide qui l'impré-

gnait. Les coupes faites à l'aide d'un rasoir mouillé avec de l'alcool sont portées ensuite dans l'eau où, en se gonflant, elles se débarrassent de la matière ayant servi à l'enrobement[1].

Pour les objets délicats et surtout pour ceux qui renferment dans leur intérieur des cavités, tels que les petits animaux et les embryons, il est absolument nécessaire de les inclure avant de les couper, c'est-à-dire de les infiltrer d'une substance liquide qui, en se solidifiant, remplisse l'intérieur des cavités et pénètre même la substance des éléments, de manière à donner à toutes les parties une consistance à peu près uniforme et suffisante, permettant de les débiter en tranches très minces dans lesquelles les rapports naturels de tous les organes et de tous les éléments se trouvent exactement conservés.

Inclusions à la paraffine. — Les pièces convenablement déshydratées par l'alcool à 95° ou par l'alcool absolu doivent d'abord être pénétrées par un liquide dissolvant de la paraffine ; ce liquide sera le chloroforme, l'essence de bergamotte, le xylol ou l'essence de bois de cèdre.

Le passage de l'alcool au dissolvant de la paraffine doit se faire autant que possible graduellement ; on arrive à ce résultat en portant successivement la pièce dans des

[1] On peut donner plus de résistance à la pièce destinée à être coupée en l'imprégnant d'une solution sirupeuse de gomme arabique additionnée d'une petite quantité de glycérine. On laisse sécher la pièce jusqu'à ce qu'elle ait acquis la consistance du cartilage, et on peut alors la couper à l'aide du microtome Ranvier sans l'enrober en la calant simplement avec de la moelle de sureau. Les coupes sont mises dans l'eau pour les débarrasser de la gomme avant de les colorer.

mélanges d'alcool et de dissolvant, renfermant de moins en moins d'alcool pour arriver finalement au dissolvant pur. Un autre procédé consiste à mettre au fond d'un tube une certaine quantité de dissolvant à la surface de laquelle on verse doucement de l'alcool absolu ; la pièce, lorsqu'elle est de petites dimensions, est mise avec précaution dans la couche d'alcool absolu placée à la surface du liquide dissolvant dans lequel elle pénètre graduellement ; lorsqu'elle est arrivée au fond du tube, elle est débarrassée de l'alcool.

Quand la pièce est bien pénétrée par l'hydrocarbure ou par le chloroforme, on la porte dans un bain de paraffine fusible à 36°, où elle séjourne un temps variable, suivant sa nature, puis dans un autre bain de paraffine fusible à 42°, et finalement dans la paraffine fusible à 52° ou 56°, où on ne la laisse que très peu de temps, et c'est dans cette paraffine que se fait l'inclusion.

Un autre procédé, qui convient mieux pour les tissus délicats, consiste à faire dissoudre de la paraffine dans l'hydrocarbure ou dans le chloroforme contenant l'objet et à laisser évaporer ces liquides à une température de 35° environ ; il faut naturellement que le dissolvant de la paraffine soit volatil.

La paraffine fondue contenant l'objet à inclure est coulée dans un moule quelconque, verre de montre, petite boîte en papier, ou mieux dans le *moule à parois mobiles de Leuckart*, et, pendant qu'elle est encore liquide, on oriente l'objet à l'aide d'une aiguille chauffée, afin qu'il occupe dans le bloc de paraffine refroidi une position connue et bien déterminée.

Pour les organes, les embryons et de petits animaux

entiers, il est nécessaire d'avoir des coupes en séries, c'est-à-dire de récolter toutes les coupes de même épaisseur et de les conserver dans l'ordre suivant lequel elles ont été faites. Pour cela, on devra chercher à obtenir des coupes en chaînes ou en rubans, chaque coupe se collant d'elle-même par ses bords antérieur et postérieur à celle qui la précède et à celle qui la suit. On arrive à ce résultat en coupant le bloc de paraffine, après refroidissement, de manière à lui donner la forme d'un cube ou d'un parallélipipède et en le fixant sur le microtome, de telle sorte que l'une des faces du bloc se présente parallèlement au tranchant du rasoir.

On préférera toujours, même pour l'étude des tissus, les coupes en chaînes aux coupes isolées ; les premières se font, en effet, plus rapidement et se manipulent ensuite plus facilement, mais on ne peut obtenir ces coupes qu'à l'aide de microtomes spéciaux, et si l'on fait, comme dans le cas de l'enrobement, des coupes à main levée, on n'aura que des coupes isolées et d'épaisseur variable.

Les microtomes les plus employés sont ceux de Thoma, de Minot, le microtome à bascule de la « Cambridge scientific instrument Company » perfectionné par Henneguy et Vignal. Le microtome de Minot, et le microtome à bascule ne permettent que de couper des objets inclus dans la paraffine, et donnent des coupes en chaîne très régulières; le microtome de Thoma sert à couper après inclusion dans la paraffine ou dans une autre substance telle que le collodion, mais il est beaucoup moins rapide et moins régulier.

Les rubans de coupes obtenus sont divisés en tronçons qui sont collés sur des porte-objets, et les coupes seront

ensuite colorées et montées en préparations permanentes.

A cet effet, on étale, à l'aide d'un pinceau, une couche aussi mince que possible d'albumine de Mayer[1], sur le porte-objet, puis on laisse tomber sur celui-ci quelques gouttes d'eau distillée qu'on étale avec un agitateur tenu horizontalement. Les coupes sont ensuite disposées en séries à la surface de la couche d'eau. La lame de verre est portée à une température de 45°. En quelques instants, les coupes se déplissent et s'étalent complètement sur le porte-objet. Celui-ci est alors porté dans une étuve dont la température ne dépasse pas 40°. Au bout d'un quart d'heure toute l'eau est évaporée ; on peut alors chauffer la lame de verre à 75 et 80° pour coaguler l'albumine ou attendre au lendemain afin que les coupes soient devenues bien adhérentes. On verse sur le porte-objet une certaine quantité de xylol qui dissout la paraffine, puis de l'alcool absolu qui enlève le xylol, et enfin de l'eau distillée pour enlever les traces de glycérine provenant de l'albumine de Mayer, et qui restaient sur la lame de verre. On procède ensuite à la coloration.

Inclusions au collodion. — Pour certains tissus (tissu conjonctif dense, muscles utérins, etc.), qui deviennent durs et cassants dans la paraffine, ou bien pour les pièces volumineuses qui ne se laissent pas pénétrer par cette substance, l'inclusion dans le collodion pharmaceutique, ou dans la celloïdine dissoute dans un mélange à parties égales d'éther et d'alcool absolu doit être employée.

[1] *Albumine de Mayer.* On prend un blanc d'œuf, on y ajoute un peu d'une solution de salicylate de soude et on filtre. Au liquide filtré on ajoute un volume de glycérine et encore un peu de salicylate ou un autre antiseptique.

Les objets préalablement déshydratés par l'alcool absolu sont placés pendant quelques heures dans un mélange d'éther et d'alcool absolu, puis portés dans une solution de 10 parties de celloïdine pour 105 parties de mélange d'éther et d'alcool, où ils séjournent pendant quelques jours ou plusieurs semaines, selon leurs dimensions[1]. Lorsqu'ils sont bien pénétrés, on les met dans une solutiou plus forte (10 parties de celloïdine pour 80 parties du mélange), où on les y laisse encore quelque temps, puis on les dispose dans une petite boîte en papier avec une certaine quantité de la solution pour les inclure. Au bout de quelque temps, quand, par suite de l'évaporation de l'alcool et de l'éther, il s'est formé une pellicule à la surface de la masse à inclusion, on place la boîte en papier dans le chloroforme pur, où la masse prend une consistance suffisante pour être coupée.

Les coupes se font avec le rasoir tenu obliquement et mouillé avec de l'essence de térébenthine ou de l'essence de cèdre. Elles sont ensuite collées sur le porte-objet à l'aide de la *solution de Schællibaum* (une partie de collodion pour 3 ou 4 parties d'essence de girofle).

Inclusions au savon et à la gélatine. — Pour certains organismes très délicats et très riches en eau, tels que les Cœlentérés, la déshydratation par l'alcool fort amène un ratatinement considérable des tissus et empêche l'inclusion dans la paraffine ou le collodion. On emploie dans ce cas comme masse à inclusion soit une solution de 25 grammes de savon blanc dans 100 centimètres cubes d'alcool à 96°, à laquelle on ajoute

[1] On peut accélérer la pénétration des objets par la solution faible de celloïdine, en faisant bouillir celle-ci à une basse température, celle de la paraffine fondue ; la solution s'épaissit et on peut y inclure directement les objets.

ensuite 5 à 10 grammes d'eau, soit une solution de gélatine (20 grammes de gélatine pour 200 grammes d'eau, et 2 grammes de sublimé dans 30 centimètres cubes d'acide acétique cristallisable) qu'on durcit ensuite par l'alcool à 90°.

V. Colorations. — La coloration des pièces histologiques a pour but de rendre plus visibles leurs éléments constituants et surtout de les différencier autant que possible, en leur donnant des teintes diverses.

Elle peut se faire à deux moments différents des manipulations qu'on fait subir aux objets destinés à être coupés : 1° après la fixation et le durcissement, c'est la coloration en bloc ou *in toto ;* 2° après la confection des coupes. Le premier procédé ne donne de bons résultats qu'avec les petits objets, se laissant facilement pénétrer par les liquides, et n'est applicable qu'avec l'emploi d'un très petit nombre de teintures ; le second, généralement préférable, peut s'employer avec n'importe quelle teinture et permet d'obtenir des colorations beaucoup plus précises et plus différenciées.

Quel que soit de ces deux procédés celui qu'on adopte, la coloration peut se faire d'une manière *progressive* ou d'une manière *régressive*. Dans le premier cas, l'objet et les coupes à colorer sont mis dans une solution renfermant une petite quantité de substance colorante, et on les y laisse jusqu'à ce que les éléments aient acquis le degré de coloration voulu. Dans le second cas, on surcolore les objets ou les coupes dans une solution riche en matière colorante, puis on les décolore en arrêtant l'opération au moment où l'on juge la coloration convenable.

Le nombre des substances colorantes employées par les histologistes étant actuellement considérable, et le mode

d'emploi de ces diverses substances étant très varié, nous ne pouvons ici que signaler celles dont l'usage est le plus fréquent et l'application la plus générale.

Les substances colorantes histologiques se divisent en deux groupes : les couleurs basiques ou *colorants nucléaires*, ayant de l'affinité pour les matières albuminoïdes riches en phosphore, les nucléines, et les couleurs acides ou *colorants plasmatiques*, ayant de l'affinité pour les matières pauvres en phosphore et n'en contenant pas.

Les colorants nucléaires s'emploient généralement seuls; en se fixant sur les noyaux des éléments, ils mettent ceux-ci en évidence et permettent d'en déterminer la place et partant celle des éléments qui les renferment.

Les colorants plasmatiques, ne donnant qu'une teinte générale diffuse, s'emploient associés aux colorants nucléaires. On obtient ainsi une double coloration : une coloration des noyaux et une coloration du protoplasma d'une nuance différente, ou coloration de fond, qui permet de mieux délimiter les éléments cellulaires.

Certaines substances colorantes, telles que le *picro-carmin* et l'*hématoxyline*, donnent à la fois une coloration nucléaire et plasmatique et sont recommandables pour la plupart des études histologiques.

Picro-carmin de Ranvier. — S'emploie par la méthode progressive, dilué dans l'eau ; colore les noyaux en rouge, le protoplasme en orange, la substance interstitielle du tissu conjonctif en jaune; colore rapidement après fixation par l'alcool, l'acide picrique ou le sublimé, difficilement après l'action des sels de chrome.

Les coupes colorées à point sont montées dans la glycérine

acidifiée par l'acide acétique ou l'acide formique et contenant un peu de picro-carmin, où dans le baume d'après le procédé que nous indiquerons plus loin.

Hématoxyline de Delafield. — S'emploie, comme le picro-carmin, par la méthode progressive, très diluée dans l'eau distillée; colore après fixation par les liquides chromiques et osmiques aussi bien qu'après le sublimé ; les noyaux sont colorés en bleu violacé foncé, le protoplasma en bleu clair, si le séjour des coupes dans la solution est suffisante. Après coloration, laver les coupes dans l'eau ordinaire, et monter dans la glycérine neutre, ou dans le baume.

Coloration en masse. — Les seuls colorants pratiques pour colorer de petits objets entiers avant l'inclusion sont le *carmin au borax alcoolique de Grenacher* et le *carmin aluné acide*, après fixation par l'alcool, le sublimé et l'acide picrique, et l'*hémalun de Mayer*, après n'importe quelle fixation.

Les objets doivent séjourner au moins vingt-quatre heures dans ces colorants non dilués. Après le carmin de Grenacher, on les met dans l'alcool à 70° acidulé de quatre à six gouttes d'acide chlorhydrique pour 100 centimètres cubes, pendant au moins vingt-quatre heures, puis dans l'alcool pur. Après le carmin aluné acétique, on lave pendant une heure ou deux dans l'eau distillée, et après l'hémalun pendant vingt-quatre heures dans l'eau distillée ou dans une solution d'alun au centième. Ces trois colorants donnent une coloration nucléaire très précise.

Couleurs d'aniline. — Ces couleurs dont l'emploi tend de plus en plus à se généraliser, parce qu'elles permettent d'opérer rapidement et d'obtenir, au moyen de colorations combinées, une différenciation élective des divers éléments

constitutifs des tissus, ne donnent de bons résultats que lorsqu'on s'en sert pour colorer, par la méthode régressive, les coupes fixées sur le porte-objet, et principalement les coupes provenant d'objets fixés par les liquides chromiques : celles-ci doivent être montées au baume de Canada.

Parmi les colorants nucléaires, la safranine, le violet de gentiane, la thionine, le bleu de méthylène, sont les plus importants et les plus faciles à employer ; parmi les colorants plasmatiques, la fuchsine acide, le Lichtgrün F. S., l'éosine, l'orange G.

Les colorants nucléaires s'emploient par la méthode régressive. Les coupes doivent séjourner dans les solutions colorantes un temps suffisant pour y prendre une teinte foncée uniforme ; on les décolore ensuite en partie par l'alcool absolu, auquel on substitue de l'essence de girofle qui achève d'enlever l'excès de matière colorante. Il est utile de surveiller la décoloration, en examinant la préparation à un faible grossissement ; dès qu'on voit les noyaux seuls colorés, on enlève l'essence qu'on remplace par du baume de Canada. Si la décoloration se fait rapidement, on l'arrête brusquement au point voulu, en substituant à l'essence du xylol, dans lequel la plupart des couleurs d'aniline ne sont pas solubles, puis on remplace le xylol par le baume.

Les colorants plasmatiques s'emploient généralement par la méthode progressive.

On obtiendra une bonne coloration à la fois nucléaire et plasmatique en procédant de la manière suivante : les coupes collées sur le porte-objet et débarrassées de la paraffine sont recouvertes d'une solution de safranine (mélange à parties égales d'une

solution alcoolique concentrée de safranine et d'eau anilinée[1]) et placées dans une chambre humide, où elles séjournent environ vingt-quatre heures. On fait écouler la solution qui peut servir pendant longtemps, et on lave rapidement à l'alcool absolu. Une partie de la safranine est enlevée, mais les coupes sont encore uniformément colorées en rouge. Puis on verse sur le porte-objet une solution de 5 grammes de Lichtgrün dans 200 centimètres cubes d'alcool, et au bout d'une demi-minute on lave rapidement à l'alcool absolu, puis on éclaircit par l'essence de girofle, et on examine la préparation à un faible grossissement pour surveiller la décoloration. Dès que les noyaux se montrent seuls colorés en rouge et le reste des coupes en vert, on substitue du xylol à l'essence de girofle et on monte la préparation au baume de Canada.

Si l'on se contente d'une coloration nucléaire, on peut raccourcir beaucoup le temps nécessaire pour colorer les coupes en traitant d'abord celle-ci par un mordant, tel que la teinture d'iode ou le permanganate de potasse. Il suffit alors d'un séjour de quelques minutes dans la solution de safranine, pour avoir les noyaux d'une belle teinte rouge.

Les autres colorations combinées qu'on peut recommander sont : safranine et Kernschwarz, safranine, violet de gentiane et orange G (méthode de Reinke), violet de gentiane ou thionine et éosine, bleu de méthylène et fuchsine acide. On doit laisser agir plus longtemps les colorants nucléaires que les colorants plasmatiques, employer des solutions plus concentrées des premiers que des seconds et les colorants plasmatiques après les colorants nucléaires[2].

MONTAGE DES COUPES. — Les milieux conservateurs

[1] L'eau anilinée se fait en agitant un peu d'huile d'aniline avec de l eau qu'on filtre ensuite.

[2] Pour la coloration par le bleu de méthylène et la fuchsine acide, il faut au contraire laisser les coupes pendant plusieurs heures dans une solution aqueuse faible de fuchsine acide, puis quelques minutes seulement dans une solution aqueuse assez forte de bleu de méthylène, laver ensuite à l'alcool absolu, surveiller la décoloration par l'essence de girofle et monter au baume.

habituels sont : la glycérine, le liquide de Brun, le baume du Canada ou la résine dammar, dissous dans le chloroforme ou le xylol.

La *glycérine* ne convient que pour les coupes ou les petits animaux colorés par les carmins et les hématoxylines. Si les coupes n'ont pas été fixées sur le porte-objet, il faut les placer sous une lamelle avec de l'eau, et mettre sur le bord de la lamelle une goutte de glycérine. Celle-ci se mêle lentement à l'eau, qui finit par s'évaporer : on empêche ainsi le ratatinement des coupes. La glycérine, moins réfringente que le baume, permet mieux de voir les éléments délicats, lorsqu'ils n'ont pas été colorés.

Le *liquide de Brun* peut servir pour conserver des coupes colorées par les couleurs d'aniline, entre autres par le vert de méthyle employé par la méthode progressive.

Les préparations montées à la glycérine sont fermées par une bordure à la paraffine, appliquée tout autour de la lamelle à l'aide d'une aiguille courbe chauffée, ou par une bordure d'un vernis à la gomme laque, faite avec un pinceau.

Le liquide de Brun prend, en séchant, une consistance suffisante pour ne pas nécessiter la bordure des préparations.

Le *baume de Canada* et la *résine dammar* constituent un milieu très réfringent qui éclaircit beaucoup les préparations fortement colorées et qui est indispensable après les colorations par les couleurs d'aniline. Nous avons indiqué plus haut la manière de monter au baume après coloration régressive. Pour les coupes colorées par les carmins ou les hématoxylines, il faut d'abord les déshy-

drater par l'alcool absolu, puis les éclaircir par l'essence de girofle ou par le xylol, et c'est alors seulement qu'on les met dans le baume. Le meilleur procédé pour monter des coupes au baume consiste à déposer une goutte de celui-ci sur une lamelle qu'on retourne et qu'on dépose sur les coupes placées sur le porte-objet ; en appuyant légèrement sur la lamelle, on force la goutte de baume à s'étendre, ou bien on chauffe un peu le porte-objet, et le poids seul de la lamelle suffit à faire étendre le baume rendu plus fluide par la chaleur. Les préparations sont mises ensuite à sécher pendant quelques jours dans une étuve entre 40° et 50°, et il est inutile de luter les lamelles.

Imprégnations. — Les imprégnations au moyen de sels métalliques, d'argent ou d'or, ont pour but de déterminer dans certains éléments la formation d'un dépôt de métal à l'état de très fine division, dépôt formé par les énergies chimiques des tissus aidées par l'action d'agents réducteurs, et qui met nettement en évidence ces éléments. Les imprégnations à l'argent servent surtout pour l'étude des épithéliums et endothéliums, celles à l'or pour les recherches des terminaisons nerveuses. *Elles ne peuvent se faire que sur des tissus frais* n'ayant été traités par aucun réactif.

IMPRÉGNATIONS A L'ARGENT. — Elles peuvent, suivant le mode d'emploi du sel d'argent, donner des *imprégnations négatives* dans lesquelles les substances intercellulaires sont seules colorées en noir ou en brun, ou des *imprégnations positives*, dans lesquelles ces espaces intercellulaires restent incolores, tandis que les cellules sont

colorées. Les premières sont primaires et se produisent par réduction immédiate de l'argent dans les espaces intercellulaires ; les imprégnations positives sont secondaires : elles ont lieu lorsque la réduction du métal n'est pas assez énergique lors de l'imprégnation primaire. On cherche généralement à obtenir des imprégnations négatives qui servent à bien déterminer les limites et les contours des cellules épithéliales.

On se sert de solutions de nitrate d'argent dans l'eau distillée de 1 p. 300 à 1 p. 500. La membrane ou les tissus imprégnés, préalablement bien étendus, sont lavés rapidement à l'eau distillée et on verse dessus la solution d'argent[1]. L'opération doit se faire au soleil ou à une vive lumière. Quand le tissu blanchit, ou commence à prendre une teinte grisâtre, on lave à l'eau distillée et on examine la préparation ou on la monte dans la glycérine.

Pour étudier l'endothélium des vaisseaux ou de cavités cœlomiques, on injecte la solution au moyen d'une petite seringue.

Les animaux marins, renfermant dans leurs tissus une assez grande quantité de chlorure de sodium, ne peuvent être traités directement par le nitrate d'argent. Il faut les placer d'abord à l'état vivant dans une solution à 5 p. 100 de nitrate de potasse dans l'eau distillée, où ils se débarrassent en grande partie de leur sel marin, et, après leur mort, on peut procéder à l'imprégnation (méthode de Harmer).

Imprégnations a l'or. — Elles se font avec des solutions de chlorure d'or et servent à la recherche des terminai-

[1] On peut aussi immerger les objets dans la solution en ayant soin de les agiter constamment.

sons nerveuses qui se colorent en violet foncé[1]. Le meilleur procédé est celui au jus de citron de Ranvier.

« Les fragments de tissu sont placés pendant cinq à dix minutes dans le jus de citron fraîchement exprimé et filtré sur de la flanelle. Ils y deviennent transparents. On les lave rapidement à l'eau distillée, puis on les porte dans une solution de chlorure d'or à 1 p. 100, où on les laisse séjourner dix minutes à une heure (suivant les tissus); après quoi on les lave de nouveau à l'eau distillée et on les place dans un flacon contenant 50 grammes d'eau distillée et 2 gouttes d'acide acétique. Au bout de vingt-quatre à quarante-huit heures et sous l'influence de la lumière la réduction de l'or est produite. On fixe les tissus par l'alcool et on fait des préparations suivant les procédés ordinaires. »

Etude des objets durs. — Nous n'avons considéré jusqu'ici que des méthodes applicables à l'étude d'objets de consistance plus ou moins molle, qui doivent être durcis et inclus pour pouvoir être coupés. Lorsqu'on a affaire à des organes ou des tissus très résistants, tels que pièces de squelette osseux ou chitineux, coquilles, polypiers, etc., il faut avoir recours à des procédés spéciaux. On peut, ou bien ramollir ces objets durs et pratiquer ensuite les coupes par les méthodes ordinaires, ou bien couper, à l'aide d'une petite scie, dans ces objets des lamelles, qu'on rend ensuite aussi minces que possible en les usant sur une meule, puis entre deux pierres ponces, et enfin sur une pierre fine à aiguiser.

[1] On remplace généralement aujourd'hui les imprégnations au chlorure d'or pour l'étude des terminaisons nerveuses par la coloration à l'aide du bleu de méthylène sur le vivant ou sur les tissus frais. Voir à ce sujet le *Traité de Bolles Lee et Henneguy*, 2e édition, p. 144 et suiv.

DÉCALCIFICATION. — Quand il s'agit d'objets incrustés de sels calcaires, on les traite par des réactifs dissolvants de ces sels. Si les objets ne renferment que peu de sels de chaux, un séjour prolongé dans une solution d'acide chromique ou d'acide picrique suffit à les en débarrasser en même temps qu'elle fixe la trame organique. Si l'objet contient à la fois des parties molles et des parties dures (un os entouré de muscles, par exemple), on le fixe d'abord par un des réactifs que nous avons indiqué à propos de la fixation, puis on procède à la décalcification en le laissant séjourner dans une solution d'acide nitrique ou d'acide chlorhydrique à 1 p. 10.

Procédé de E. Rousseau[1]. — Ce procédé permet d'obtenir en même temps de bonnes coupes de parties molles et de parties squelettiques *in situ*.

Fixer par les méthodes ordinaires et inclure dans la celloïdine. Après durcissement du bloc de celloïdine, mettre celui-ci pendant douze heures à trois jours (suivant la richesse des tissus en calcaire) dans un mélange de 10 à 50 parties d'acide nitrique pour 100 parties d'alcool à 90°. Puis laver les pièces pendant quelques jours dans de l'alcool à 90°, souvent renouvelé et contenant un peu de carbonate de soude. On peut alors couper et colorer les coupes.

RAMOLLISSEMENT DE LA CHITINE. — Faire macérer les organes chitineux pendant vingt-quatre heures au plus, suivant leur grosseur, dans de l'eau de Javel étendue de quatre à six fois son volume d'eau.

Injections microscopiques. — Lorsqu'on veut étu-

[1] E. Rousseau. Une nouvelle méthode de décalcification. *Bull. de la Soc. belge de microsc.*, XXIII, 1898.

dier le trajet et la distribution de vaisseaux ou de canalicules très fins, qui sont invisibles même au microscope, parce que leurs parois sont trop minces et trop transparentes, et parce qu'ils renferment un liquide incolore, on les met en évidence en injectant dans leur intérieur une substance colorée.

Si l'on veut se contenter des préparations extemporanées, destinées à être examinées à un faible grossissement pour voir seulement les vaisseaux et en prendre un dessin, un procédé rapide consiste à injecter un précipité de chromate de plomb, obtenu en mélangeant une solution de 60 parties d'acétate de plomb dans 100 centimètres cubes d'eau avec une solution de 25 parties de bichromate de potasse dans la même quantité d'eau. Ce procédé très simple peut rendre de grands services pour la dissection fine des vaisseaux et des canaux excréteurs ou glandulaires.

Mais si l'on désire avoir des préparations permanentes, et des coupes minces dans lesquelles les vaisseaux ou les canalicules seront nettement visibles, parce qu'ils resteront remplis d'une substance colorée, il faut avoir recours à une masse d'injection transparente. On emploiera les *masses à la gélatine de Ranvier* colorées au carmin ou au bleu de Prusse, dont la préparation est assez délicate, mais qui donnent de très bons résultats.

La technique des injections fines demandant à être exposée avec détail, nous ne pouvons, étant donné le cadre de ce chapitre, que renvoyer le lecteur au chapitre IX du livre I du Traité de Ranvier, où il trouvera décrits le mode de préparation des masses à injection, la description des appareils spéciaux pour les injecter, et la manière d'opérer.

CLASSIFICATION GÉNÉRALE

DES

INVERTÉBRÉS

PREMIER GROUPEMENT

PROTOZOAIRES

Organismes formés par une seule cellule ou par des réunions de cellules toutes identiques entre elles et ne constituant pas des feuillets emboîtés les uns dans les autres.	*Rhizopodes.* *Flagellates.* *Ciliés.* *Sporozoaires.*

DEUXIÈME GROUPEMENT

MÉTAZOAIRES[1]

Organismes formés par des cellules différenciées (possédant des cellules spécialisées ou des groupes de cellules ayant subi des modifications qui les rendent aptes à un travail déterminé).	*Spongiaires.* *Cœlentérés.* *Echinodermes.* *Vermidiens.* *Vers.* *Arthropodes.* *Mollusques.*

[1] Les Métazoaires comprennent, en outre, les Chordés et les Vertébrés proprement dits, dont nous n'avons pas à nous occuper dans cet ouvrage relatif aux Invertébrés.

PROTOZOAIRES

CHAPITRE II

RHIZOPODES

Par LOUIS LÉGER
Chargé de cours à la Faculté des sciences de Grenoble.

AMŒBIENS

Types : *Amœba proteus* (LEIDY) et *Amœba terricola* (GREEF).

Les Amibes, que leur simplicité d'organisation place au commencement de l'échelle zoologique, immédiatement après les Monères chez lesquelles on n'a pas jusqu'ici reconnu la présence d'un noyau distinct, présentent tous, ces caractères communs de posséder au moins un noyau et d'avoir un corps nu, pourvu de pseudopodes jamais anastomosés.

Le genre *Amiba* fut créé vers 1825 par Bory de Saint-Vincent pour établir une distinction dans l'ancien genre *Protée* de Othon Frédéric Müller, qui comprenait alors deux espèces par trop différentes : l'une, en effet, le *Proteus tenax*, est devenue, depuis, une grégarine, le *Monocystis* du lombric ; l'autre, le *Proteus diffluens*, est restée le type classique du genre Amibe sous le nom d'*Amœba Proteus*.

Ce fut Ehrenberg qui changea le nom d'*Amiba* de Bory en celui d'*Amœba* afin de se rapprocher de l'étymologie grecque, de ἀμοιβή, permutation, à cause de l'instabilité continuelle de la forme de ces êtres.

Habitat. — On peut dire que les Amibes existent dans toutes les eaux stagnantes. Il suffira donc, au moyen d'un petit filet fin, de recueillir, dans la première mare venue, une petite quantité de ces feuilles mortes et altérées qui se déposent au fond ou sur les bords, ou encore une poignée de filaments confervoïdes qui encombrent souvent l'eau des marécages.

On placera feuilles ou conferves dans un bocal à large ouverture, avec de l'eau de la mare et on recherchera les Rhizopodes sous le microscope, à un grossissement moyen. Dans ce but, on râclera *très légèrement*, soit avec un tout petit pinceau, soit avec la pointe d'un fin scalpel, la surface des feuilles mortes retirées doucement du bocal et on placera une ou deux gouttes du liquide ainsi obtenu sur le porte-objet, en recouvrant d'une mince lamelle.

On pourra également placer sur une autre lame, quelques filaments de conferves avec une goutte d'eau, recouvrir d'un couvre-objet et comparer les deux préparations.

En règle générale, il faudra éviter de placer sur le porte-objet une trop grande quantité de débris organiques qui gênent considérablement l'observation et empêchent le contact parfait de la lamelle recouvrante.

Au premier coup d'œil, on apercevra tout d'abord de nombreuses formes d'algues inférieures, Diatomées, Desmidiées, etc., avec des fragments de tissus végétaux altérés ; mais, en regardant avec attention en divers points de

la préparation, on ne tardera pas à découvrir de petits organismes à contour clair, presque transparents, réfringents même, dont le caractère essentiel est de changer pour ainsi dire constamment de forme, comme l'indiquent les variations presque continues de leurs contours. Ces êtres sont des Amibes, et les espèces que l'on rencontrera le plus fréquemment sont celles que nous allons maintenant décrire ; l'*Amœba Proteus* et l'*A. terricola*. La première, plus fréquente dans les mares un peu profondes, la seconde au contraire, se trouvant souvent dans les moindres flaques d'eau et même dans la terre et surtout la mousse humide.

AMŒBA PROTEUS (LEIDY)

SYNONYMIE. — L'*Amœba Proteus* est l'ancien *Proteus diffluens* de Müller, l'*Amœba Princeps* d'Ehrenberg et de Dujardin, l'*Amœba communis* de Duncan.

Étude microscopique. — MORPHOLOGIE GÉNÉRALE. — L'*Amœba proteus* (fig. 1 à 3) est de taille très variable ; les exemplaires varient ordinairement entre 40 et 300 μ. De coloration générale gris bleuâtre, presque transparent, on peut cependant distinguer à sa périphérie une zone plus claire, mince (fig. 3), formant bordure, et constituant l'*ectoplasme*, tandis que l'intérieur ou *endoplasme* est plus ou moins granuleux et montre de nombreuses inclusions.

Lorsque l'amibe est examiné vivant comme nous l'avons indiqué, il se présente le plus souvent avec de nombreux pseudopodes épais et obtus dirigés en tous sens (fig. 1).

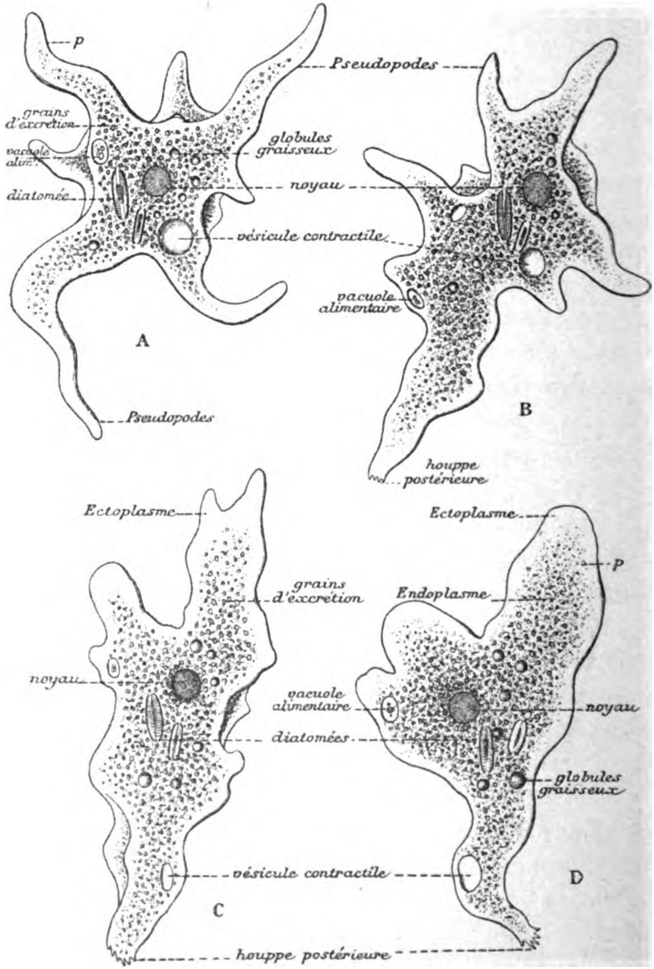


Fig. 1.

Amœba Proteus. — A. B. C. D. Etats successifs dessinés à un quart de minute d'intervalle.

Ces pseudopodes changent constamment de forme et de direction, mais ils ne s'anastomosent jamais. Nous avons représenté en A, B, C, D (fig. 1), les différents aspects présentés par un de ces amibes dans l'espace d'une minute.

Quelques individus présentent des mouvements plus lents, mais les variations de forme n'en sont pas moins considérables. En général, lorsque l'amibe ne se déplace pas, ses pseudopodes sont longs et dirigés de tous côtés (A, fig. 1) ; lorsqu'il se met en marche, on distingue une région antérieure à pseudopodes larges et obtus (C et D, fig. 1), et une région postérieure, allongée, à pseudopodes très courts, souvent nuls et se terminant par une sorte de houppe à franges assez courtes et transparentes, appelée *houppe postérieure*.

Ectoplasme. — L'ectoplasme est hyalin, sans structure appréciable et dépourvu de granulations ; sa limite avec l'endoplasme n'est pas bien tranchée, car on voit les granulations devenir de plus en plus denses, à mesure que l'on se dirige vers l'intérieur de l'animal (fig. 1 et 3).

C'est l'ectoplasme qui est le point de départ de la formation des pseudopodes et, lorsque ceux-ci sont courts, il participe seul à leur formation. Lorsqu'ils sont plus gros et plus longs, comme en C et D (fig. 1), l'endoplasme pénètre à leur intérieur.

En somme, l'ectoplasme n'est qu'une portion du protoplasme qui devient progressivement plus résistant à mesure qu'il approche de l'extérieur, se différenciant ainsi en appareil de protection.

ENDOPLASME ET INCLUSIONS. — L'endoplasme occupe tout le reste de l'être ; c'est lui qui renferme les inclusions de toute nature, la nourriture, le noyau, les vacuoles, la vésicule contractile et qui forme la majeure partie de l'animal.

Il est constitué par un plasma fluide renfermant dans son intérieur d'innombrables granulations excessivement petites, très pâles, visibles seulement aux plus forts grossissements avec une observation attentive ; ce sont les *granulations élémentaires* ou *microsomes*, qui ne sont pas nettement visibles sur notre dessin de la figure 1, représentant l'amibe avec un grossissement de 400 diam. insuffisant pour les montrer.

Il ne faut pas confondre les granulations élémentaires avec les *grains d'excrétion* bien plus gros et facilement visibles à des grossissements moyens (A et C, fig. 1). Ceux-ci manquent rarement, mais sont extrêmement variables en grosseur et en quantité. Leur couleur varie du bleu verdâtre au brun rougeâtre, ils sont fortement réfringents et affectent ordinairement la forme cristalline ou s'étirent en petits bâtonnets. On n'est pas nettement fixé sur leur nature chimique, mais on les regarde comme des produits de désassimilation.

Souvent l'endoplasme montre également de petits *globules graisseux* (A et D, fig. 1), reconnaissables à leur solubilité dans l'alcool et l'éther.

Il n'est pas rare également de rencontrer dans l'endoplasme des particules végétales ou des carapaces de Diatomées (A C D, fig. 1), dont les dimensions sont parfois presque aussi grandes que celles de l'amibe qui les a englobées pour sa nourriture.

Vacuoles alimentaires. — Les vacuoles alimentaires (A, B, D, fig. 1 et fig. 3) sont en nombre variable. Il n'est pas rare d'en voir trois ou quatre et plus. Elles se forment autour des particules nutritives; leur contenu d'abord aqueux devient acide et se transforme en un suc digestif qui dissout peu à peu la portion assimilable de la substance absorbée, après quoi elles disparaissent.

Vésicule contractile. — La vésicule contractile est ordinairement facile à distinguer; volumineuse, elle est située vers l'extrémité postérieure (A, B, C, D, fig. 1 et fig. 3) et

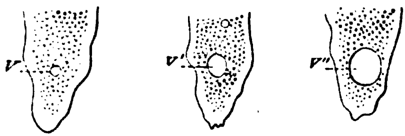


Fig. 2.
V. V'. V''. Etats successifs présentés par la vésicule contractile vue de face chez Amœba Proteus.

près de la surface du plasma. Elle appartient à l'endoplasme, mais sa position superficielle semble en faire une dépendance de l'ectoplasme qu'elle soulève dans ses mouvements d'expansion.

Elle est ordinairement unique dans l'espèce qui nous occupe, cependant on observe quelquefois des individus qui en possèdent plusieurs. Elle est constamment animée de deux mouvements inverses. Le mouvement de diastole pendant lequel on la voit grandir peu à peu et lentement (v, v', v'', fig. 2); et le mouvement de systole, pendant lequel elle disparaît brusquement, chassant le liquide qu'elle renfermait, pour réapparaître bientôt sous forme d'une petite lumière qui croît progressivement.

On considère habituellement la vésicule contractile comme un système excréteur. Quelques auteurs l'assimilent à un système circulatoire. Quoi qu'il en soit, son activité est toujours directement proportionnelle à celle de l'individu tout entier.

Noyau. — A l'état vivant, le noyau apparaît au milieu de l'endoplasme, comme un corps sphérique assez gros, bleuâtre, plus réfringent que le reste de l'être et limité par une mince membrane (fig. 1).

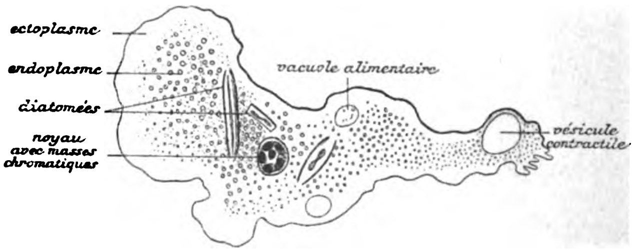


Fig. 3.
Amœba Proteus après fixation et coloration.

Si l'on a préalablement fixé l'amibe au moyen d'une goutte d'acide acétique et coloré ensuite au picro-carmin, le noyau se montre nettement et apparaît constitué par une mince membrane renfermant le suc nucléaire dans lequel se trouvent des masses chromatiques ou *nucléoles* en nombre variable (fig. 3).

Reproduction. — On sait que les amibes se reproduisent surtout par division ; de plus, Pénard[1] a signalé dans

[1] Pénard. *Etude sur les Rhizopodes d'eau douce*. Mémoires de la Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève, t. XXXI, 1890-91.

l'*Amœba proteus* la présence assez fréquente, dans l'endoplasme, de corps brillants ronds ou ovoïdes, avec lumière centrale, qu'il considère comme destinés à devenir de jeunes amibes.

AMŒBA TERRICOLA (GREEF)

Synonymie. — *Amœba quadrilineata*, Carter.; *Thecamœba quadripartita*, Fromentel; *Amœba verrucosa*, Ehrenberg, Leidy.

Etude microscopique. — Avec l'*Amœba terricola* (fig. 4), qui habite le plus souvent dans la terre humide, nous assistons à la différenciation progressive de la zone

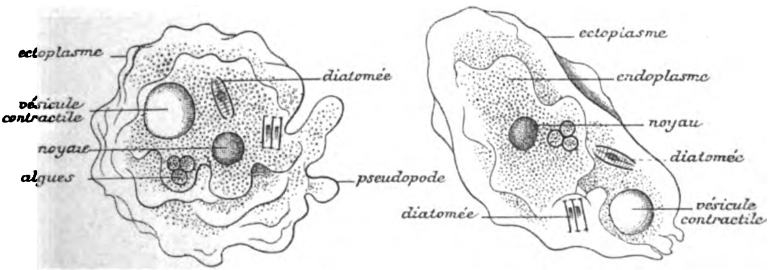


Fig. 4.
Amœba terricola. Etats successifs dessinés à cinq minutes d'intervalle.

ectoplasmique, en appareil de protection de plus en plus résistant. A sa limite externe elle devient même une véritable enveloppe membraneuse distincte, très fine et très plastique, qui se plisse continuellement pendant la marche (fig. 4). Pour cette raison, les pseudopodes

sont toujours beaucoup plus courts et plus obtus que dans l'espèce précédente et les mouvements sont également beaucoup plus lents.

Au premier coup d'œil, il ne semble pas même que cet amibe présente des déformations, tellement ses mouvements sont lents ; mais si l'on a soin de le dessiner à quelques minutes d'intervalle, il est facile de se rendre compte des mouvements effectués (fig. 4).

L'espèce est grande, de 50 à 300 μ de longueur, claire et réfringente. Les plissements de la cuticule l'ont souvent fait comparer à une esquille de quartz.

L'endoplasme (fig. 4) est clair, fluide et rempli de granulations très petites. Il renferme un gros noyau et une vésicule contractile volumineuse à systole lente. On y voit souvent des protococcus et des diatomées absorbées par l'amibe pour sa nourriture.

HELIOZOAIRES

Type : *Actinophrys sol* (Ehrenberg).

Synonymie : *Trichoda sol*, Müller; *Actinophrys Eichhornii* Claparède.

M. Pénard a donné en 1889 une excellente étude de ce type[1].

Recherche de l'Actinophrys. — L'*Actinophrys sol* est un héliozoaire d'eau douce. Il sera facile de s'en procurer en recueillant avec de l'eau, dans un bocal, une poi-

[1] E. Pénard. *Etude sur quelques Héliozoaires d'eau douce*. Archives de Biologie, t. IX, F. 1, 2 et 3.

gnée de confervacées prises dans la première mare venue. En examinant sous le microscope quelques filaments d'algues, comme nous l'avons indiqué précédemment pour les amibes, on apercevra souvent des Actinophrys, bien que ceux-ci soient ordinairement beaucoup moins fréquents que les premiers.

On pourra d'ailleurs conserver le bocal aux conferves au laboratoire et on aura de la sorte une réserve pour ainsi dire inépuisable d'amibes et d'Actinophrys.

Cet héliozoaire se trouve également sous les feuilles flottantes des nénuphars où il sera facile de le recueillir en râclant légèrement celles-ci avec un fin scalpel, ou mieux avec les barbes d'une plume.

Etude microscopique. — Morphologie générale. — L'Actinophrys sera d'abord examiné vivant dans une goutte d'eau placée sur le porte-objet. Il apparaît comme une petite masse protoplasmique sphérique, presque transparente, d'environ 50 μ seulement de diamètre, de laquelle partent, en divergeant en tous sens, de nombreux pseudopodes fins, rigides, rayonnant tout autour d'elle.

Les dimensions exiguës de l'être nécessitent de suite son examen à d'assez forts grossissements.

On reconnaît alors (fig. 5) que la masse protoplasmique est limitée à sa périphérie par une couche vacuolaire d'épaisseur variable appelée *ectoplasme*, pour la distinguer du protoplasma interne ou *endoplasme*, à contenu finement granuleux, dépourvu de vacuoles et renfermant le noyau en son centre.

Pseudopodes. — Les pseudopodes (fig. 5) atteignent souvent une longueur supérieure au diamètre du corps de l'animal ; ils sont constitués par un filament axial hyalin

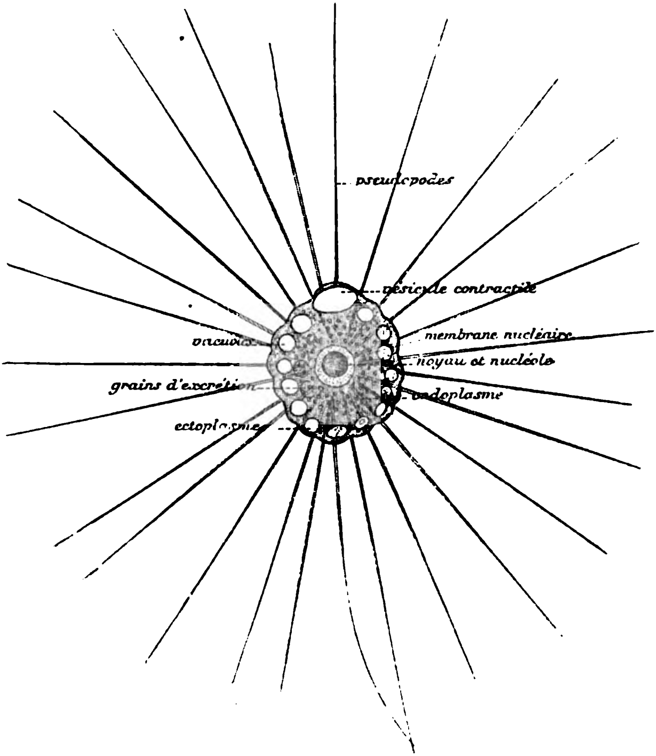


Fig. 5.
Actinophrys Sol dessiné vivant (gross. 400).

souvent très difficile à voir même aux forts grossissements, recouvert lui-même d'une couche de plasma grisâtre, épaisse à la base et très fine au sommet.

Le filament axial se prolonge dans l'endoplasme jusqu'à la membrane nucléaire. Il présente ceci de particulier qu'il peut, en certains cas, disparaître complètement pour réapparaître un instant après. Peut-être n'y a-t-il là, d'après Pénard, qu'un durcissement volontaire et facultatif de l'axe du pseudopode.

Ordinairement rigides et élastiques, les pseudopodes peuvent devenir tout d'un coup mous et indifférents sans changer de forme ; exposés à un choc, un courant d'eau par exemple, ils se rétractent en faisant la perle à leur extrémité, comme un fil de verre exposé à la flamme, et reprennent ensuite leur longueur primitive.

C'est au moyen de ces longs pseudopodes que les Actinophrys se meuvent sur la vase ou marchent sur les herbes aquatiques.

Ectoplasme. — L'ectoplasme est ordinairement caractérisé, comme nous l'avons dit, par la présence de nombreuses vacuoles pleines de liquide et sensiblement d'égales dimensions qui revêtent entièrement le corps de l'animal (fig. 5).

Les pseudopodes semblent toujours partir de la zone qui sépare deux vacuoles, de sorte que les filaments axiles ne traversent jamais ces dernières.

La plupart du temps il n'y a qu'une seule couche de *vacuoles ectoplasmiques ;* toutefois, dans les individus âgés ou malades, on peut en observer plusieurs couches irrégulièrement disposées.

La substance même de l'ectoplasme, dans laquelle sont plongées les vacuoles, est hyaline ou très finement granuleuse et renferme presque toujours de nombreuses

granulations brillantes ou *grains d'excrétion* que l'on retrouve même assez souvent dans le liquide des vacuoles.

Outre ces vacuoles, on voit aussi dans l'ectoplasme, des *vacuoles alimentaires* qui se forment autour des particules nutritives absorbées et la *vésicule contractile* dont nous allons maintenant parler.

Vésicule contractile. — Parmi les vacuoles ectoplasmiques, il en est une toujours plus grande que les autres lorsqu'elle est en état d'expansion, et animée de mouve-

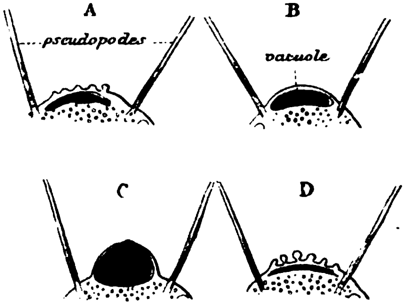


Fig. 6.
États successifs présentés par le vésicule contractile d'un Actinophrys dans l'espace d'une minute.

ments réguliers de systole et de diastole. C'est la vésicule contractile (voy. fig. 5).

L'expansion de la vésicule contractile est lente et progressive (A, B, C, fig. 6); lorsqu'elle est arrivée à son maximum, la vésicule fait une saillie considérable à la surface de l'ectoplasme C (fig. 6); elle reste ainsi un instant stationnaire, puis se contracte tout d'un coup, de

telle sorte que la paroi qui était très distendue un instant auparavant, revient subitement sur elle-même et présente alors de petits plissements D (fig. 6). Une minute environ s'écoule ainsi dans l'intervalle de deux systoles.

La vésicule contractile semble bien jouer ici le même rôle que celle des amœbiens, mais on n'est guère mieux fixé sur sa véritable signification en tant qu'appareil excréteur ou circulatoire.

Endoplasme et noyau. — L'endoplasme est constitué par un protoplasma finement granuleux, dépourvu de vacuoles et montrant assez souvent des grains d'excrétion. Il se continue insensiblement avec l'ectoplasme sur son bord externe et renferme le noyau qui occupe toujours le centre de l'animal (fig. 5).

Le noyau est gros, sphérique et présente la structure vésiculaire, c'est-à-dire qu'il est constitué par une membrane enveloppante renfermant le suc nucléaire dans lequel se trouve plongé un gros corps chromatique central appelé *nucléole*.

Son étude sera facilitée en fixant d'abord l'animal par l'acide acétique ou l'acide picrique et colorant ensuite avec le carmin ou le brun de Bismarck.

La membrane nucléaire apparaît souvent, à de forts grossissements, comme finement pointillée ; elle est douée d'une certaine résistance. Pénard, dans une opinion qui n'a pas jusqu'ici prévalu, la compare à la capsule centrale des radiolaires et considère le corps chromatique

central (nucléole) comme représentant le noyau proprement dit.

Nutrition. — La nourriture de l'*Actinophrys* consiste surtout en proies animales : infusoires, rotifères, monades, etc.

Lorsque ces petits organismes viennent à s'introduire au milieu des pseudopodes hérissés de l'animal, ceux-ci se recourbent sur eux, deviennent épais et glutineux ; en même temps, la substance ectoplasmique s'avance vers la proie qu'elle englobe bientôt complètement, dans une vacuole nutritive.

Si la proie est très petite, il arrive qu'elle glisse simplement entre les pseudopodes et vient au contact de l'ectoplasme qui l'englobe avec une petite quantité d'eau pour former une vacuole alimentaire.

Reproduction. — La reproduction par division a été rarement observée chez l'*Actinophrys*. C'est peut-être, comme le pense Pénard, parce qu'elle s'effectue dans l'obscurité.

Le même auteur admet la reproduction par zoospores pourvues de deux cils et sortant de l'animal pour nager quelque temps et se transformer bientôt en *Ciliophrys* qui ne représenteraient que l'état jeune des *Actinophrys*.

Signalons enfin :

La *conjugaison*, consistant en la fusion plus ou moins complète de deux individus et sur la signification de laquelle on est loin d'être fixé.

Les *associations* ou *colonies* qui s'observent d'autant plus fréquemment que l'eau où vivent ces animaux est plus altérée.

L'*enkystement* par lequel l'animal se met à l'abri des mauvaises conditions extérieures et qui est quelquefois le point de départ d'une reproduction par division.

CHAPITRE III

FLAGELLATES. — INFUSOIRES CILIÉS

Par FABRE-DOMERGUE
Directeur adjoint du laboratoire de zoologie et de physiologie maritimes du Collège de France. Concarneau.

FLAGELLATES

LE CHILOMONAS PARAMŒCIUM (Ehr.)

Place du Chilomonas dans la systématique. — Le Chilomonas appartient à l'ordre des Flagellata caractérisé par l'absence de revêtement ciliaire et la présence d'un ou plusieurs longs appendices en forme de fouets (Flagella) et au sous-ordre des Isomastigoda possédant des flagella au nombre de 2-5 à peu près égaux. Ce flagellé doit ses noms génériques et spécifiques à Ehrenberg.

Manière de se procurer les Chilomonas. — En recueillant des herbes et des détritus dans les fossés et en les abandonnant pendant quelques jours à la putréfaction on voit survenir très souvent au milieu d'autres infusoires une abondante multiplication de Chilomonas. Comme il n'est pas possible de les récolter à coup sûr, il faut multiplier les échantillons en les prélevant dans des endroits différents. En tout cas, dès que la présence des flagellés est constatée et surtout si parmi eux se trouvent des

formes d'infusoires plus grosses qui en font leur nourriture habituelle, il est bon d'en mettre en réserve sur des lames en chambre humide. Par ce procédé on s'assure une abondante provision et l'on se met à l'abri de la destruction très rapide parfois des flagellés par les ciliés qui habitent la même eau.

Les moyens de fixation, de coloration et de montage sont les mêmes que pour le Paramæcium aurelia; nous renvoyons donc le lecteur au chapitre suivant, où ils se trouvent décrits.



Fig. 7. Chilomonas Paramœcium.

En haut se trouve la bouche à laquelle fait suite un court œsophage. Au milieu du corps le noyau vésiculeux avec un corpuscule central (d'après Stein).

Description extérieure. Orientation. — Notre Chilomonas a la forme d'une lame assez épaisse, un peu plus large en avant, arrondie à sa partie postérieure, terminée antérieurement en biseau avec un rostre du côté de la face dorsale. A la base de ce rostre et un peu sur le côté gauche s'ouvre une fosse assez profonde, toujours béante, le pharynx, d'où partent deux flagellums très longs, animés de mouvements étendus qui impriment à l'organisme une impulsion plus ou moins vive. Celui-ci progresse habituellement le rostre en avant, mais peut aussi présenter des allures très rapides en nageant en sens inverse. Nous l'orienterons en le considérant debout, le rostre en haut, la face ventrale est la tranche mince du corps opposée à celle où se trouve le rostre; le côté

gauche est celui qui présente l'échancrure buccale. La taille est de 0^{mm},015 — 0^{mm},03.

Constitution anatomique. Téguments. — Le Chilomonas possède une structure très simple ; il est formé d'un ectoplasma mince, mais dans l'épaisseur duquel on pourrait distinguer, d'après Künstler, une ou plusieurs rangées d'alvéoles et d'un endoplasma incolore finement granuleux contenant à son centre un noyau. Autour de l'ectoplasma et immédiatement en contact avec sa couche interne on constate la présence de grains réfringents très nombreux, de forme assez régulière, qui ne sont autre chose que des grains d'amidon. Ces grains se mettent facilement en évidence en traitant des individus écrasés par une solution d'iode dans l'iodure de potassium.

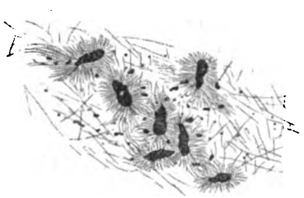


Fig. 8.
Groupe de Chilomonas entourées de nosopseudopodes (d'après Künstler).

En traitant par l'acide chromique ou acétique une préparation contenant des Chilomonas, on voit ceux-ci émettre brusquement sur toute la périphérie de leur corps des filaments extrêmement fins et longs qui se colorent ensuite fortement par les couleurs d'aniline. Ces filaments observés par Bütschli et comparés par lui aux trichocystes des infusoires ciliés ont reçu de Künstler le nom de ***nosopseudopodes***. Il y a tout lieu de supposer que ce sont de simples filaments exprimés de la couche tégumentaire et que chacun d'eux représente le contenu d'une vacuole ectoplasmique.

Les flagellums fins, égaux en taille, plus épais à leur base qu'à leur extrémité, qui se termine en pointe fine, sont insérés à la base du rostre, à l'entrée de la bouche et près de sa jonction avec la fosse pharyngienne. Pour les mettre en évidence on peut, après les avoir examinés sur un individu vivant et immobile, les colorer par le noir d'aniline en solution dans l'eau.

Appareil digestif. — Très rudimentaire, cet appareil se compose d'une vaste poche largement ouverte en haut et présentant en outre sur sa face gauche une fente assez étroite qui la met en communication avec l'extérieur. Les aliments (bactéries) sont conduits dans cette poche pharyngienne grâce aux mouvements des flagellums insérés près de son ouverture et pénètrent de là dans le plasma du corps. Il est assez difficile de discerner comment se fait cette pénétration, car on ne voit en aucun point de la poche une ouverture préformée béante dans l'endoplasme. Les aliments ne forment pas de bols réguliers, mais sont englobés séparément dans l'endoplasma. Bien que l'on ne puisse constater l'existence d'un anus préformé l'expulsion constante des résidus alimentaires vers l'extrémité postérieure du corps semble l'indiquer.

Organes excréteurs. — Vers la base du rostre entre la paroi du corps et celle du pharynx se trouve logée une vésicule contractile à contractions lentes et dont le contenu se déverse lentement au dehors par une petite ouverture située au niveau de la bouche. Après la systole apparaît une couronne de 15-20 vésicules secondaires qui se fusionnent peu à peu pour former la vésicule contrac-

tile proprement dite. Cette vésicule n'a pas de parois différenciées et se trouve limitée par une couche d'endoplasma.

Noyau. — A peine visible sur le vivant sous forme d'une zone plus claire au niveau de région moyenne du corps, le noyau après fixation par l'acide osmique et coloration par le vert de méthyle ou le carmin, se montre formé d'une vésicule hyaline très faiblement colorée au milieu de laquelle on voit un nucléole plus dense et plus fortement teinté par le réactif. La structure du noyau et de son contenu paraît extrêmement simple.

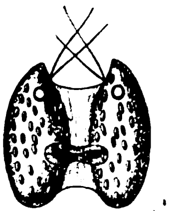


Fig. 9.
Division du Chilomonas. Phase de l'étirement du noyau (d'après Stein).

Multiplication. — Le Chilomonas paramœcium se multiplie par division longitudinale. Le corps de l'individu qui va se diviser s'élargit en même temps que se produit le dédoublement de la poche pharyngienne et des flagellums. Un sillon parallèle au grand axe du corps et passant entre les deux nouveaux pharynx étrangle peu à peu celui-ci et le coupe de telle sorte que les deux individus filles ne sont bientôt plus réunis que par un pont de protoplasma. Le pont s'étirant de plus en plus ne tarde pas à se rompre, isolant ainsi les deux individus nouvellement formés.

Le noyau se divise par étirement de sa masse tout entière, c'est-à-dire que le nucléole aussi bien que la zone périphérique s'allongent et s'étranglent en leur milieu de façon à répartir la moitié de leur masse dans chacun des individus-filles.

La conjugaison n'a pas été observée chez le Chilomonas.

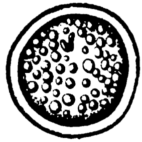


Fig. 10. Kyste du Chilomonas (d'après Bütschli).

Enkystement. — En laissant un certain temps sur des lames en chambre humide des Chilomonas, ceux-ci, après avoir épuisé la nourriture contenue dans le liquide, se ramassent en boule et sécrètent autour d'eux une fine membrane d'enveloppe. Ainsi enkystés, ils peuvent subir impunément la dessiccation et revenir à la vie active lorsque les conditions de milieu deviennent plus favorables.

INFUSOIRES CILIÉS

LA PARAMŒCIE AURELIA[1]

(*Paramœcium aurelia*, O.-F. Muller.)

Systématique. — Le *Paramœcium aurelia* est un infusoire cilié qui appartient à l'ordre des Trichostomata aspirotricha et à la famille des Paramœcina dans la clas-

[1] L'espèce que nous avons en vue est le type anciennement connu et étudié d'une façon si approfondie dès 1858 par M. le professeur Balbiani. Il convient de faire remarquer toutefois que Maupas dans ses travaux sur la multiplication et la conjugaison des infusoires, distingue deux espèces de *Paramœcium* et qu'il donne le nom spécifique de *caudatum* à l'espèce étudiée par ses prédécesseurs sous celui d'*aurelia*, réservant cette dernière désignation à une forme plus petite et pourvue de deux micronucleus. Notre *Paramœcium aurelia* correspond donc au *Par. caudatum* de Maupas et de R. Hertwig. Ni M. Balbiani ni moi-même n'avons rencontré l'espèce à deux micronucleus.

sification de Bütschli. D'après l'ancienne classification de Stein, il était rangé parmi les Holotriches en raison de son revêtement ciliaire égal et continu.

La bibliographie et la synonymie de cette espèce, une des plus anciennement connue, sont si riches qu'il est impossible de les reproduire ici. Elle doit son nom générique à Hill (1752), et son nom spécifique à O.-F. Müller (1773). Pour la synonymie, consulter Schewiakoff, *Infusoria Aspirotricha*. Mém. Acad. Saint-Pétersbourg, 1896.

Manière de se procurer les Paramœcies. — Cet infusoire, ubiquiste comme tous ses congénères sans doute, a été signalé dans les cinq parties du monde. Il vit dans les eaux douces stagnantes, contenant des matières organiques en décomposition. Pour se le procurer, il faut recueillir, à divers endroits, des plantes aquatiques, exprimer fortement dans un bocal l'eau contenue entre ces plantes et abandonner le récipient ouvert dans un lieu tranquille et un peu chaud. Les débris organiques entrent alors en putréfaction et l'on a de grandes chances de trouver parmi les infusoires qui pullulent vers la surface du liquide des *Paramœcium aurelia*. Quelques récoltes ainsi faites réussiront toujours, car c'est une espèce très commune. Dès qu'on possède quelques Paramœcies, il faut en profiter pour préparer une culture pure. Pour cela, on remplit aux trois quarts d'eau filtrée au filtre Chamberland ou simplement chauffée à 70° et aérée par agitation un bocal d'un ou deux litres.

Avec une pipette à pointe capillaire, on isole un certain nombre d'individus que l'on transporte d'abord dans une goutte d'eau pure, afin de s'assurer qu'il n'a pas été

entraîné d'autres espèces, et on les jette enfin dans le bocal. Un petit nouet de plantes vertes (mâche), gros comme une noix, enveloppé d'un morceau de toile et préalablement bouilli, est supendu dans l'eau vers sa surface. Au bout de quelque jours les Paramœcies se multiplient et forment des amas blanchâtres autour du nouet (Balbiani). Une telle culture peut durer plusieurs années si l'on a soin de renouveler le nouet à de très rares intervalles. Il convient d'éviter une putréfaction trop prononcée qui tuerait les infusoires.

La Paramœcie ne s'enkyste pas. L'enkystement n'est point, d'ailleurs, un phénomène général chez les Ciliés, et ce moyen de défense ou de conservation manque, ainsi que je l'ai démontré [2], chez un très grand nombre d'espèces.

Description extérieure. — ORIENTATION. — Dans les conditions normales, la Paramœcie a la forme d'un fuseau uniformément cilié, dont l'extrémité antérieure est arrondie et l'extrémité postérieure plus ou moins effilée. Le corps est légèrement renflé vers le tiers postérieur au niveau du pharynx, un peu rétréci, au contraire, vers le

[1] La multiplication des Infusoires est loin de présenter la régularité en quelque sorte mathématique que Maupas a voulu lui assigner. Dans les conditions de nutrition les meilleures en apparence les Paramœcies demeurent parfois très longtemps sans présenter de scissiparité et se mettent ensuite brusquement à se diviser. Il y a là un point encore très obscure de l'histoire des Ciliés, point qui est probablement en rapport avec la spécificité de certaines Bactéries saprophytes et que l'étude de ces dernières permettra peut-être d'éclaircir.

[2] Fabre-Domergue. *Recherches anatomiques et physiologiques sur les Inf. ciliés.* Ann. des Sc. nat., Zoologie, 1888.

tiers antérieur. Sa longueur varie entre 0mm,15 et 0mm,30. Il présente un sillon oblique qui, partant de l'extrémité antérieure, descend le long du corps et se termine au niveau de la bouche en un cul-de-sac bien marqué, au fond duquel s'ouvre celle-ci. Bien que l'infusoire nage en tournant sur son axe et n'affecte aucune position déterminée, on convient de désigner la face qui porte la bouche sous le nom de face ventrale, celle qui lui est opposée sous le nom de face dorsale. Les faces droite et gauche correspondent donc aux côtés correspondants de la face dorsale, vue de face.

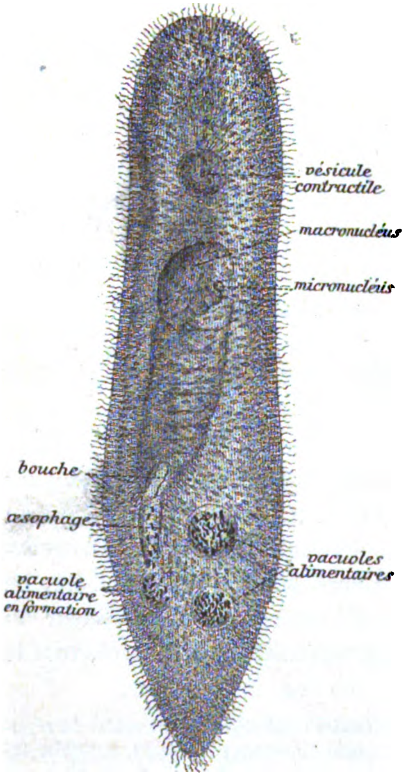


Fig. 11.
Paramœcium vu de face. (Gross. $\frac{300}{1}$)

Pour se rendre compte de l'organisation de la Paramœcie, il faut l'examiner d'abord à l'état libre, sur une lame, dans une goutte d'eau abandonnée quelques instants au repos, en chambre humide, puis dans une prépa-

ration couverte d'une lamelle et dont on aspire graduellement le liquide avec un peu de papier buvard, de façon à comprimer légèrement l'infusoire. Deux gouttes de paraffine fondue, déposées en temps voulu sur les bords de la lamelle, en fixent la position et permettent alors l'emploi des objectifs à immersion. Dans les descriptions qui vont suivre nous supposons toujours l'emploi successif des deux modes d'examen, avec et sans compression.

Constitution anatomique. — ORGANULES. — Notre infusoire est formé de dehors en dedans : 1° d'un manteau ciliaire dense, à peu près uniforme, sauf au niveau de l'extrémité postérieure où les *cils* sont plus longs ; 2° d'une *cuticule* très fine, hyaline ; 3° d'un ectoplasme épais pourvu de nombreux bâtonnets ou plutôt de vacuoles allongées, rayonnantes, parallèles les unes aux autres, les *trichocystes ;* 4° d'une zone centrale, granuleuse, animée d'un lent mouvement de cyclose, l'*endoplasma*. C'est aux dépens de ces diverses parties que sont constituées les différenciations cellulaires destinées à assurer l'accomplissement des fonctions de nutrition et de relation. Ces différenciations cellulaires, établies sur un plan parallèle à celui des différenciations tissulaires des métazolaires ont reçu le nom d'*Organules* (Mœbius).

Le protoplasma de la Paramœcie est incolore, hyalin, dépourvu de contractilité brusque, même au niveau de l'ectoplasme. Dense et très finement vasculaire dans la couche ectoplasmique, il devient plus lacuneux vers la couche centrale et se charge de nombreuses inclusions qui sont : 1° des vacuoles alimentaires ; 2° des granulations

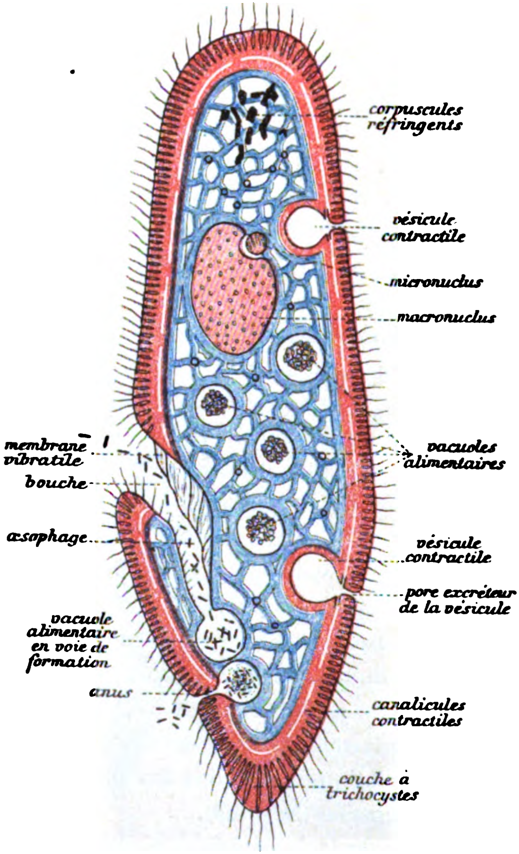


Fig. 12.

Coupe longitudinale schématique du Paramœcium aurelia. L'ectoplasma est figuré en rouge, l'endoplasma en bleu, des mailles bleues du hyaloplasma contiennent le paraplasma incolore.

hyalines intra-protoplasmiques ; 3° des corps bi-réfrin-

gents ou corps d'excrétion ; 4° enfin un nucleus et un micronucleus accolé à ce dernier.

Téguments. — *Cuticule.* — Difficile à percevoir sur le vivant, la cuticule se met bien en évidence en tuant les Paramœcies avec une goutte de sérum iodé ou d'acide chromique à 1 p. 100. Elle se détache alors par endroits de l'ectoplasme, et apparaît comme une fine membrane colorée en jaune par le réactif et très élégamment guillochée. Un grossissement suffisant permet de reconnaître que cet aspect est dû à l'existence sur toute sa surface d'*éminences ciliaires*, régulièrement disposées et également distantes les unes des autres. Ces éminences ne correspondent pas à des épaississements, mais bien à un véritable gaufrage de la cuticule. Chacune d'elles porte un cil qui émane de l'ectoplasma et qui, après avoir traversé la cuticule, fait saillie au dehors de $0^{mm},001$ — $0^{mm},002$.

Ectoplasma et trichocystes. — Immédiatement au-dessous de la cuticule et intimement accolée à elle pendant la vie, se trouve la couche ectoplasmique. Celle-ci peut être divisée en deux zones ; la plus extérieure ou *couche à trichocystes*, l'interne ou *couche excrétoire.*

La couche à trichocystes est formée d'un protoplasma dense, très finement vacuolaire dans l'épaisseur duquel sont logés des corps plus réfringents, fusiformes, auxquels on a donné le nom de trichocystes. Ceux-ci, sous l'influence d'une vive excitation, peuvent expulser, pendant la vie même de l'infusoire, leur contenu semi-fluide, qui se condense au dehors sous forme de fines aiguilles. On attribue à ces organules un rôle tantôt offen-

sif — chez les espèces carnassières, — tantôt défensif. Leur sortie en masse est facilement provoquée par l'action d'une goutte de sérum iodé, et l'on peut s'assurer que, soit avant, soit après l'expulsion des filaments, les vacuoles présentent la même constitution homogène.

Nous reviendrons sur la *couche excrétoire* à propos du système contractile de la Paramœcie.

Endoplasma. — Immédiatement au-dessous de la couche ectoplasmique excrétoire se trouve la substance centrale, qui constitue le reste du corps et qui englobe dans sa masse les vacuoles alimentaires, le nucleus et le micronucleus et enfin les corpuscules réfringents.

Envisagé séparément, l'endoplasma peut être considéré comme une éponge protoplasmique hyaline, molle (hyaloplasma) gorgée d'un suc cellulaire plus fluide (paraplasma). C'est dans le hyaloplasma que se trouvent les granulations de diverses natures qui donnent à l'endoplasme son aspect finement pointillé. L'endoplasma tout entier est animé d'un mouvement continu qui l'entraîne lentement d'un bout du corps à l'autre (cyclose). Un examen attentif permet cependant de reconnaître que ce mouvement n'est pas uniforme et que certaines parties de l'endoplasma se meuvent plus lentement que d'autres. Ce fait permet d'expliquer la localisation dans la région antérieure du corps des corpuscules d'excrétion que l'on trouve en moins grande abondance vers la région postérieure.

Corpuscules biréfringents. — En soumettant les Paramœcies à la lumière polarisée, leur corps protoplasmique

disparait à peu près complètement et l'on voit alors tranchant sur le fond noir du champ des corpuscules brillants qui se meuvent en tous sens. Ces corpuscules sont des tablettes cristallines que l'on s'accorde à considérer comme des résidus excrétoires. A la lumière transmise ils

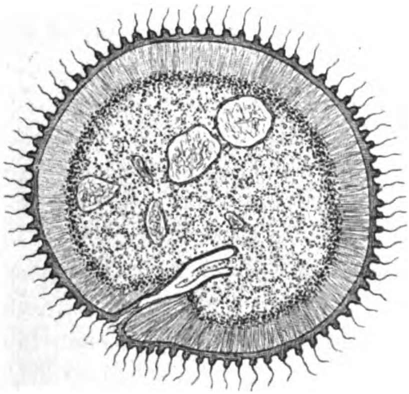


Fig. 13.

Coupe transversale passant au niveau de la bouche du Paramœcium et montrant les éminences ciliaires, la couche à trichocystes, l'endoplasma avec des bols alimentaires. A la partie inférieure la bouche avec la coupe de la membrane vibratile. (Gross. $\frac{450}{1}$.)

paraissent d'un gris noirâtre. D'après Maupas, leur composition chimique se rapprocherait le plus de celle des urates et plus probablement de l'urate de soude. Schewiakoff cependant, qui en a fait une étude très approfondie, pense y reconnaître les caractères du phosphate bicalcique.

Appareil digestif. — La Paramœcie se nourrit des corpuscules organiques de petite taille qu'elle trouve flot-

tants dans l'eau ambiante et qu'elle attire vers sa bouche par le mouvement continu des cils de son sillon préoral. Ces corpuscules sont habituellement des bactériacées, parfois des algues vertes unicellulaires, mais on peut les remplacer par une poudre inerte en suspension dans l'eau (carmin, encre de Chine). Les vacuoles alimentaires présentent alors la coloration du corps avalé en abondance par l'infusoire.

Au fond du sillon préoral s'ouvre la bouche sous forme d'une ouverture ovalaire arrondie à sa partie supérieure, effilée à la partie inférieure. Cette ouverture se voit mieux sur les individus comprimés par suite de la disparition du sillon préoral. Faisant suite à la bouche, se trouve un œsophage qui se recourbe brusquement pour descendre parallèlement à l'axe du corps et en plongeant dans l'endoplasme où s'ouvre béante son extrémité inférieure. Cet œsophage, qui résulte d'une invagination du tégument, est pourvu sur sa face dorsale d'une membrane ondulante légèrement spiralée, bien visible sur le vivant, mais dont la forme et les rapports sont difficiles à déterminer exactement.

Les particules alimentaires attirées dans le canal œsophagien s'accumulent à sa partie inférieure avec une certaine quantité d'eau, dépriment l'endoplasma et y creusent une vacuole qui, parvenue à une certaine taille, quitte le tube auquel elle était suspendue comme une bulle de savon à un tuyau de pipe et se trouve lancée vers l'extrémité postérieure du corps. Là elle est prise par le mouvement de cyclose de l'endoplasma et tandis qu'une deuxième vacuole se forme à la même place, la première contourne lentement à plusieurs reprises la paroi interne

du corps. Le tube digestif est représenté en réalité, chez l'infusoire, par une série de vacuoles alimentaires partant successivement de l'extrémité postérieure de l'œsophage et circulant dans l'endoplasma en un mouvement cyclique continu.

Un peu au-dessous de la bouche et sur la même ligne se trouve une petite ouverture préformée dans l'ectoplasma, l'*anus*. Celui-ci n'est visible qu'au moment où une vacuole complètement digérée passant à son niveau s'y engage brusquement et vide son contenu au dehors. La préformation de l'anus n'est pas seulement démontrée par sa position constante; on reconnaît sur les coupes transversales qu'à son niveau l'ectoplasma subit une invagination analogue à celle de la bouche quoique moins accusée.

ORGANES D'EXCRÉTION. SYSTÈME VASCULAIRE CONTRACTILE. — C'est à la couche ectoplasmique interne que se trouve localisée la fonction excrétoire chez les Ciliés. Chez la Paramœcie cette fonction est assurée : 1° par un système de canalicules contractiles entourant le corps d'un fin réseau; 2° par deux vésicules contractiles situées contre la face dorsale suivant une ligne un peu oblique et communiquant chacune avec l'extérieur par un pore excréteur. Ni les canalicules ni les vésicules n'ont de parois préformées; elles écartent la couche ectoplasmique à la manière d'une bulle d'air cheminant dans l'eau (Delage).

Vésicules contractiles. — Sur la plupart des individus sains et non comprimés les deux vésicules, dont les mouvements de systole et de diastole alternent régulièrement,

apparaissent comme deux vacuoles claires, parfaitement arrondies, qui grossissent peu à peu et qui, parvenues à leur taille maxima, disparaissent brusquement en expulsant leur contenu par le pore excréteur[1]. Toutefois sous l'influence de la moindre gêne, telle qu'une très légère compression, parfois même sans cause appréciable on voit apparaître autour de chaque vésicule un système de canalicules rayonnants qui se dilatent graduellement aussitôt après la systole, vident leur contenu dans la vésicule pendant sa diastole et réapparaissent aussitôt après. Ces canalicules rayonnants sont les troncs afférents principaux du réseau vasculaire contractile. Le pore excréteur qui fait communiquer chaque vésicule avec l'extérieur est un petit canal creusé dans l'épaisseur de la couche à trichocystes et dont les parois, au moment de la diastole, sont hermétiquement accolées. Ces parois se dilatent sous la poussée du liquide des vésicules et reviennent ensuite sur elles-mêmes.

Réseau vasculaire contractile. — Très difficile à mettre en évidence, ce réseau ne s'aperçoit bien que sur les individus soumis à un jeûne prolongé, puis observés avec un bon objectif à immersion homogène sans la moindre compression. On voit alors, en mettant au point la couche excrétoire située au-dessous des trichocystes, de fins canalicules anastomosés qui apparaissent et disparaissent sans laisser de traces.

[1] Ce phénomène se démontre d'une façon très nette et très élégante en plaçant les Paramœcies dans une goutte d'encre de Chine. A chaque systole des vésicules on aperçoit une sorte de fusée claire résultant de la poussée du liquide excrété sur les grains d'encre de Chine environnants.

Nucleus et micronucleus. — Sur le vivant et en dehors de l'état de division, le nucleus apparaît comme une masse claire plongée dans l'endoplasma, souvent au niveau du tiers supérieur du corps mais parfois aussi vers son milieu. Pour l'étudier et mettre en évidence ses détails d'organisation ainsi que le micronucleus qui l'accompagne, il est nécessaire, après avoir comprimé l'infusoire d'une façon modérée, de le tuer en faisant passer sous la lamelle un courant d'acide osmique saturé. On colore ensuite et on éclaircit en ajoutant à la préparation une goutte d'une solution de vert de méthyle additionné d'acide acétique.

En examinant la préparation à un grossissement suffisant et *pendant l'action graduelle du colorant*, on peut se rendre compte de la constitution intime du nucleus et saisir certains détails de son organisation, qui disparaissent ultérieurement.

Le nucleus à l'état de repos présente la forme d'un corps plus ou moins ovoïde sillonné de quelques circonvolutions. Il est constitué par une masse fondamentale homo-

[1] L'acide osmique a l'inconvénient de noircir beaucoup les Infusoires qui, à la longue, y deviennent parfois complètement opaques. On évite cet inconvénient en faisant passer sous la lamelle après la fixation un courant d'eau ammoniacale (1 goutte pour 20 centimètres cubes) (Balbiani). Les Infusoires se gonflent beaucoup mais si l'on dépose ensuite sur les bords de la préparation une goutte de liquide de Brun additionné de vert de méthyle on les voit peu à peu reprendre leur volume primitif sans noircissement. Le liquide de Brun dont j'ai indiqué l'usage pour l'étude des Infusoires se compose de :

Eau distillée	140
Alcool camphré	10
Glucose	40
Glycérine	10

Filtrer.

gène, non colorable par les réactifs au sein de laquelle sont plongées des granulations homogènes faiblement réfringentes et rangées en filaments courts et assez densément enchevêtrés. Ces granulations semblent être formées de chromatine et contribuent seules à donner au nucleus ses propriétés électives vis-à-vis des réactifs chromatophiles.

Tout à côté du nucleus et souvent logé dans une petite encoche de celui-ci, se trouve un petit corps réfringent de constitution homogène pendant l'état de repos, le micronucleus.

De même que nous avons vu les diverses parties de la cellule se différencier en organules destinés à amorcer les fonctions essentielles à la vie de l'être de même aussi, nous voyons le micronucleus prendre ici la signification fonctionnelle d'un organe sexuel. Nous reviendrons sur son rôle en parlant de la conjugaison.

Multiplication. — L'infusoire qui nous occupe se multiplie par division transversale ou *scissiparité*. Le phénomène s'accomplit sans enkystement préalable[1] et dure 10-15 minutes selon la température.

Les premiers signes qui annoncent que l'individu va se diviser sont un dédoublement des vésicules contractiles et la sortie du micronucleus de la fosse du nucleus où il se trouve logé d'habitude. Le dédoublement des vésicules,

[1] Beaucoup de Ciliés, tels que le Prorodon niveus, le Colpoda cucullus, etc., se divisent après s'être entourés d'une mince membrane kystique qui se rompt après la division pour laisser sortir les deux nouveaux individus. Une espèce de Cilié, l'*Ichthyophtirius multifoliis* se divise un si grand nombre de fois dans son kyste que le phénomène prend la signification d'une sporulation.

dont le nombre est ainsi porté à quatre, est antérieur à l'accroissement en longueur du corps; l'on remarque en même temps que les vésicules filles sont d'un volume presque moitié moindre de celui des vésicules contractiles

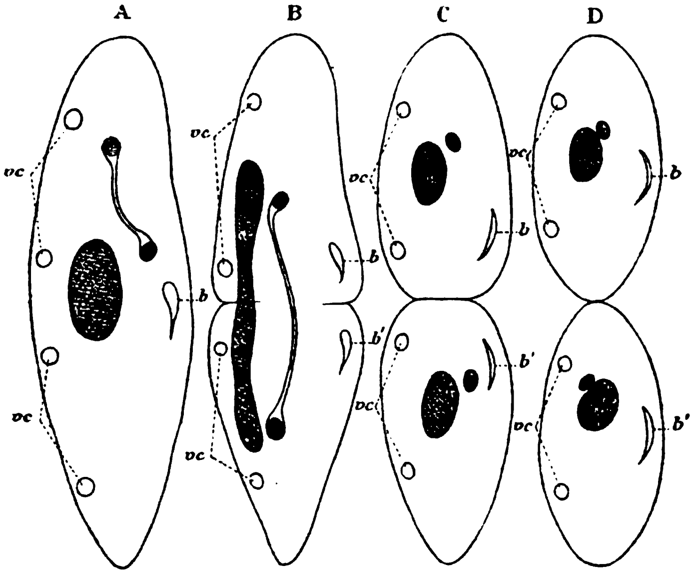


Fig. 14.
Quatre phases de la division transversale du Paramœcium.
b, bouche. — *vc*, vésicule contractile. Le noyau et le micronucleus sont seuls figurés.

normales. En même temps que le micronucleus s'écarte du nucleus, il s'allonge et prend une forme ovoïde, tandis qu'apparaît dans sa masse une striation longitudinale très accentuée. Un peu plus tard, il devient fusiforme avec des extrémités effilées, et à ce stade, la bouche commence à son tour à s'allonger pour effectuer sa division.

Au moment où apparaît le sillon destiné à couper l'individu en deux parties égales, sillon qui passe par la bouche, en raison de l'accroissement plus rapide de la moitié postérieure du corps, le nucleus s'est allongé et est venu se

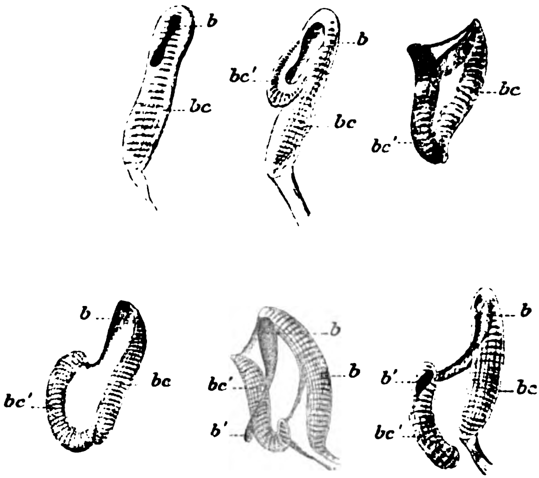


Fig. 15.
Phases successives de la division de la bouche du Paramœcium aurelia.
b, bouche. — *bc*, bande ciliaire (d'après Hertwig).

placer de telle sorte que le sillon, en s'enfonçant plus profondément, le coupera en deux.

Le micronucleus s'étire également en un long tube clair, renflé à ses extrémités, où se condense entièrement sa substance chromatophile. Il ne tarde pas à s'étendre comme le nucleus d'un bout du corps à l'autre, et, à partir de ce moment, celui-ci s'allongeant toujours, on voit l'étranglement médian s'approfondir jusqu'au moment où il finit par séparer complètement les deux indi-

vidus résultant de la division. Ceux-ci sont d'abord ovoïdes, dépourvus de sillon préoral; leur bouche est à peu près médiane et encore rudimentaire, mais peu à peu l'infusoire s'allonge par sa partie antérieure et prend l'aspect de l'individu adulte.

La division de la bouche est assez compliquée et a été observée en détail par R. Hertwig dont nous reproduisons les figures, mais sans pouvoir nous étendre sur le phénomène dont certaines phases sont encore obscures. Il semble bien établi néanmoins que toutes les parties subissent une sorte de dédoublement d'où résultent deux ouvertures buccales, deux œsophages et deux membranes vibratiles.

Conjugaison. — Pour observer la conjugaison, il suffirait d'après Maupas de prélever, dans une culture en voie de prospérité quelques Paramœcies que l'on dépose sur des lames de verre sans couvre-objet, en chambre humide. Chaque préparation peut en contenir un grand nombre. Quand la nourriture fait défaut dans ce milieu confiné, les infusoires commencent à se conjuguer. Avec une pipette fine, on prélève alors les couples que l'on veut étudier et on les isole sur des lames séparées. Maupas a observé qu'en général les Paramœcies se conjuguent vers la fin de la nuit, et que la période de conjugaison dure en tout douze heures à la température de 25°. J'ai indiqué sur le schéma de la figure, d'après cet auteur, la durée approximative des divers stades. Il suffira donc de prélever quelques couples aux diverses heures du jour pour observer toutes les phases de la conjugaison et de compléter l'observation en fixant dans le courant des vingt-

quatre heures qui suivront la séparation des couples les individus issus de copulation.

Le meilleur mode de fixation est, d'après Maupas, celui que donne le sublimé à 1 p. 100. Coloration par le vert de méthyle acétique. Montage dans la glycérine ; je crois cependant que l'acide osmique donne des résultats de beaucoup supérieurs.

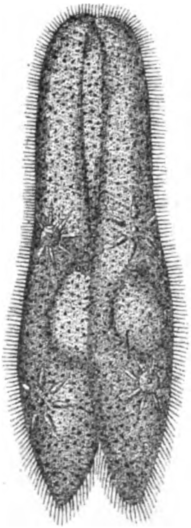


Fig. 16.
Conjugaison du Paramœcium. Individus normaux non comprimés (d'après BALBIANI).

Les Paramœcies qui vont se conjuguer et dont la taille est le plus souvent inférieure à la normale ($0^{mm},180$ — $0^{mm},200$) s'accolent d'abord par leurs extrémités antérieures, puis elles rapprochent leurs faces ventrales de façon à se mettre bouche à bouche, et se soudent étroitement sur toute la partie du corps située en avant de celle-ci.

Nous résumons, d'après Maupas, les divers stades de la conjugaison. Faisons remarquer, au préalable, que pendant toute la durée du phénomène, le nucleus, d'abord passif, ne subit que des transformations régressives, et que le micronucleus seul intervient pour donner naissance aux corpuscules, qui seront plus tard le nucleus et le micronucleus des conjuguées et de leurs descendants. On divise les phénomènes de la conjugaison en neuf phases principales, dont les six premières s'effectuent pendant l'union des conjoints, les quatre autres après leur disjonction. Le schéma

(fig. 17) indique les modifications du micronucleus au cours de ces neuf phases.

Stade A. — Le micronucleus augmente de volume, devient fusiforme, prend ensuite l'aspect d'un croissant,

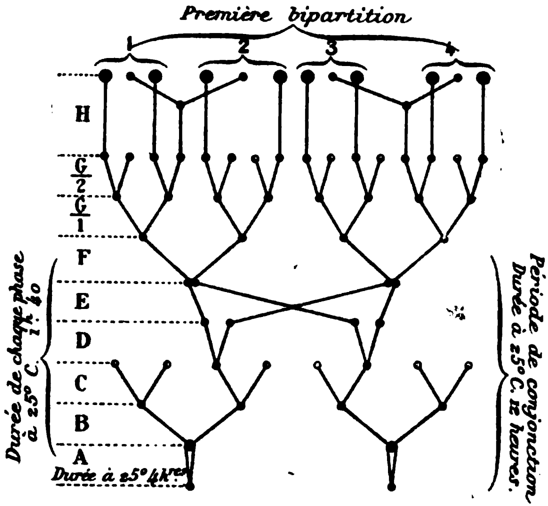


Fig. 17.

Schéma de l'évolution du micronucleus du Paramœcium pendant la conjugaison.

Les points noirs représentent les parties du micronucleus destinées à évoluer ; les points clairs les parties destinées à disparaître par régression (d'après MAUPAS).

et enfin se condense en une masse ovoïde à striation longitudinale nettement accusée.

Stade B. — Le micronucleus se divise par étirement en deux parties, qui, d'abord réunies par un long connectif clair, s'isolent dans l'endoplasma.

Stade C. — Nouvelle division en deux des deux corpuscules micronucléaires du stade précédent, d'où existence à ce stade de quatre corpuscules micronucléaires dans chaque conjoint.

Stade D. — Trois des corpuscules formés aux stades B et C, se condensent en petites masses fortement chromatophiles contenues chacune dans une vacuole et subissent une dégénérescence progressive. Pendant ce temps, la quatrième subit une nouvelle division, chaque conjoint se trouvant alors posséder deux corpuscules micronucléaires normaux et les résidus de trois autres en voie de régression.

Stade E. — Les corpuscules micronucléaires, situés le plus près de la bouche des deux conjuguées, passent d'un corps à l'autre et se fusionnent intimement après s'être accolés par une de leurs extrémités. A la fin de ce stade chaque conjuguée possède donc comme au début de la conjugaison son nucléus, qui n'a subi encore presque aucun changement et un gros micronucleus.

Entre la fin du stade E et le commencement du stade F les deux individus conjugués se séparent. Nous ne suivrons que l'un d'eux.

Stade F. — Nouvelle division en deux du micronucleus de conjugaison.

Stade G. — Les deux corpuscules micronucléaires du stade précédent se divisent successivement en deux, en quatre, et enfin en huit. En même temps le nucleus jusque-là passif commence à s'étirer en une masse plus ou moins ramifiée.

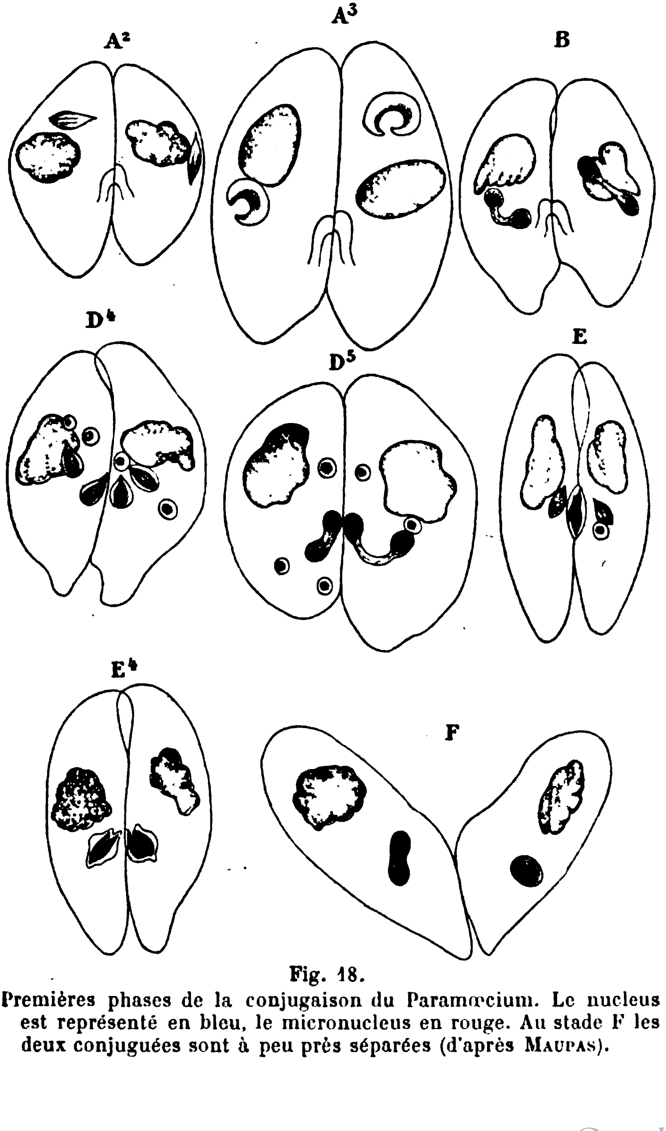


Fig. 18.

Premières phases de la conjugaison du Paramœcium. Le nucleus est représenté en bleu, le micronucleus en rouge. Au stade F les deux conjuguées sont à peu près séparées (d'après Maupas).

Stade H. — Trois des huit corpuscules micronucléaires se résorbent comme leurs congénères du stade D. Quatre

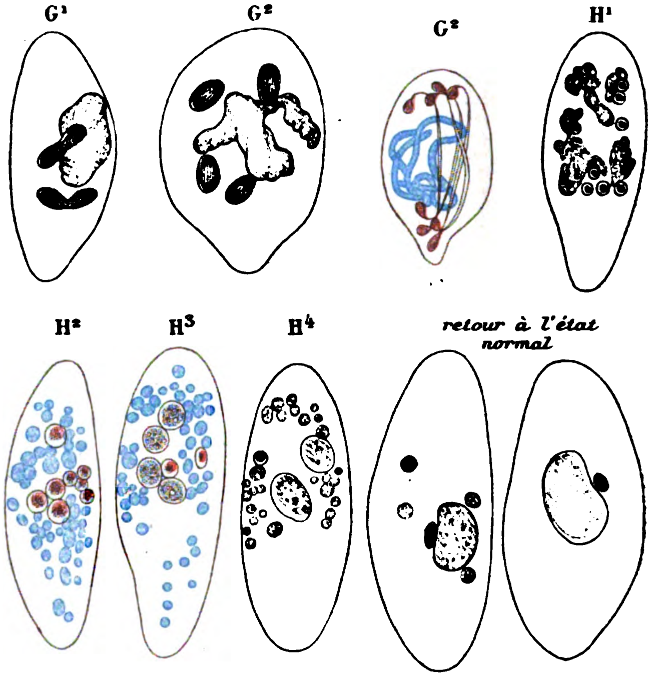


Fig. 19.

Suite de la conjugaison du Paramœcium. Les deux conjuguées s'étant séparées une seule se trouve représentée. Le nucleus et les corps qui en dérivent par fragmentation ont été figurés en bleu, le micronucleus et ses dérivés en rouge. Dans la dernière figure le fragment micronucléaire persistant s'est transformé en un nouveau nucleus (d'après Maupas).

autres grossissent et commencent à prendre l'aspect de corps nucléaires. Enfin un des corpuscules grossit, puis se divise à nouveau en deux corpuscules qui sont destinés à

devenir des micronucleus. L'ex-conjugué possède donc à la fin de ce stade quatre corps nucléaires et deux corpuscules micronucléaires, plus des fragments de l'ancien nucleus en voie de résorption. Dans des conditions favorables de nutrition on voit survenir alors une première division du conjugué dont chaque individu fille emporte deux corps nucléaires et un corpuscule micronucléaire, puis une deuxième division à la suite de laquelle chaque Paramœcie ainsi obtenue possède par division du corpuscule micronucléaire unique et séparation des deux corps nucléaires, un nucleus et un micronucleus, qui ne tardent pas à prendre l'aspect que nous avons décrit plus haut chez les individus à l'état de quiescence nucléaire.

Comme on peut le voir par tout ce qui précède, le micronucleus seul joue dans la conjugaison, c'est dire dans l'acte sexuel, un rôle prépondérant. Au nucleus semble dévolu uniquement le rôle de noyau végétatif appelé à régir les fonctions de nutrition et d'accroissement cellulaire ainsi que semblent le démontrer les belles expériences de M. Balbiani sur la mérotomie des infusoires ciliés.

CHAPITRE IV

SPOROZOAIRES

Par LOUIS LÉGER
Chargé de cours à la Faculté des sciences de Grenoble.

GRÉGARINES

Type : *Stylorhynchus longicollis* (STEIN).

SYNONYMIE. — *Gregarina Mortisagæ* (Diesing).

Place dans la systématique. — Le genre *Stylorhynchus* appartient à la famille des Stylorhynchides caractérisée par des sporocystes [1] (spores) à tégument coloré, en forme de porte-monnaie, réunis en chapelet à la maturité et mis en liberté par rupture des parois du kyste qui montre un pseudo-kyste central.

Les Stylorhynchides habitent le tube digestif des Ténébrionides. Leur évolution est bien connue aujourd'hui grâce aux belles recherches de M. A. Schneider [2].

[1] J'emploie ici, de même que pour les coccidies, le terme *sporocyste* au lieu du mot *spore* que l'on trouve encore actuellement dans tous les traités classiques, pour les raisons que j'ai exposées dans un récent mémoire. (V. L. LÉGER. Essai sur la classification des coccidies. *Bull. du Mus. de Marseille*, t. I, fasc. I. Janvier 1898.)

[2] A. Schneider. *Contribution à l'histoire des Grégarines.* Arch. de Zool. Exp., vol. IV, 1875.

Recherche du parasite. — Pour recueillir des *Stylorhynchus*, on isolera avec soin le tube digestif d'un *Blaps*, coléoptère ténébrionide fréquent dans les celliers, caves ou autres endroits obscurs.

La partie antérieure de l'intestin moyen sera portée sur une lame porte-objet et ouverte longitudinalement avec de fins ciseaux. Le contenu intestinal, de couleur jaunâtre, qui s'échappera de l'intestin, entraînera presque toujours avec lui des grégarines à la phase libre ou sporadins, du *Stylorhynchus*. En tout cas, on pourra compléter cette préparation extemporanée, en râclant très légèrement la surface épithéliale du tube digestif, ce qui permettra d'avoir des formes jeunes ou *céphalins* encore fixées aux cellules épithéliales.

Pour obtenir des préparations permanentes, on pourra, après fixation préalable, faire des dissociations de l'épithélium intestinal au moyen de l'alcool au tiers, ou mieux des coupes dans la région la plus infestée, coupes que l'on traitera par les différentes méthodes de coloration actuellement en usage.

Comme fixateurs, le Flemming est très recommandable. La liqueur de Gilson et les solutions de chlorure d'or donnent aussi parfois d'excellents résultats ; mais dans le cas où l'on veut fixer des grégarines libres, recueillies et placées sur la lame dans le contenu intestinal, les vapeurs d'acide osmique constituent encore le procédé de choix.

Lorsque les grégarines sont nombreuses dans l'intestin du Blaps, il arrive souvent qu'on les distingue à l'œil nu sur le porte-objet, car cette espèce atteint parfois plus d'un millimètre de longueur. Elles apparaissent alors comme de petits corps blancs, allongés, se détachant net-

tement sur le fond jaune-brun formé par le contenu intestinal.

Étude microscopique. — Si on les examine d'abord à un faible grossissement, on voit que chaque individu libre ou *sporadin* est de forme allongée, à peu près symétrique par rapport à un axe, arrondie à une extrémité (pôle antérieur) et effilée à l'autre (pôle postérieur). Son contenu est divisé en deux loges par une cloison mince, assez élastique, le *Septum* au niveau duquel le corps de la grégarine présente un léger étranglement. La portion située en avant du septum plus courte et plus arrondie que l'autre est le *Protomérite*. La portion postérieure, plus longue et plus importante que la première puisqu'elle renferme le noyau, est le *Deutomérite* (fig. 20).

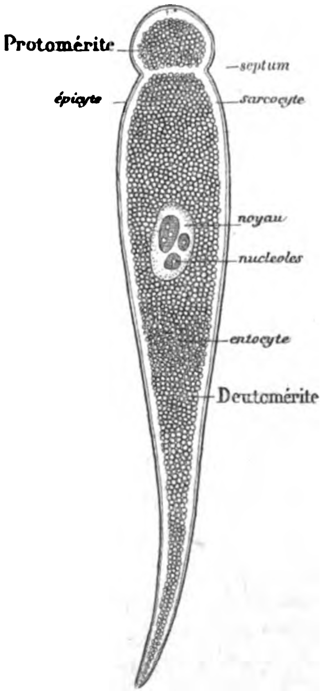


Fig. 20.
Sporadin de Stylorhynchus (gross. 100).

Épicyte. — A un grossissement un peu plus fort, il sera facile de distinguer les différentes couches qui entrent dans la constitution de l'animal. En allant de l'extérieur vers

l'intérieur, nous trouvons d'abord une membrane résistante et élastique, mince, à double contour : c'est l'*épicyte*.

A de forts grossissements, cette membrane apparaît pourvue de fines stries longitudinales, parallèles (fig. 21), correspondant à autant de sillons profonds pénétrant jusqu'au voisinage de la couche sous-jacente, et divisant, en quelque sorte, l'épicyte en une multitude de lanières.

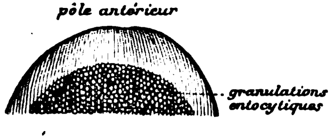


Fig. 21.
Stries longitudinales de l'épicyte au sommet du protomérite.

Sarcocyte. — Au-dessous vient le *sarcocyte* ou *ectoplasme* (fig. 20 et 22) ; c'est une couche transparente, sans granulations, assez épaisse, surtout vers l'extrémité antérieure où elle mesure environ 4 μ ; elle atteint son maximum d'épaisseur au niveau du septum et va en diminuant vers le pôle postérieur.

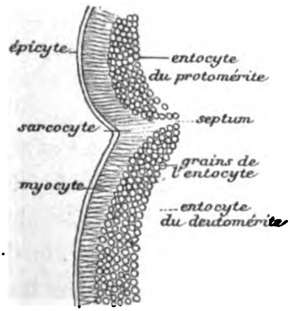


Fig. 22.
Structure de la grégarine.

Le sarcocyte, qui constitue également le septum, est formé d'un protoplasma hyalin de consistance assez ferme. Vers sa limite externe, il se différencie en une couche de fibrilles transversales (fig. 22) excessivement fines et très difficiles à observer dans l'espèce prise comme type, même avec l'aide du chlorure d'or, qui est un des meilleurs réactifs pour cette étude.

Ces fibrilles ou myonèmes, dont l'ensemble constitue le *myocyte* et que l'on s'accorde aujourd'hui à considérer comme des éléments contractiles, sont visibles seulement aux forts grossissements; elles paraissent disposées en spirale et anastomosées entre elles, mais il n'est guère possible de l'affirmer. Le *Stylorhynchus*, d'ailleurs, ne se prête pas bien à l'étude du myocyte; on devra pour cela s'adresser au *Porospora gigantea* du homard ou aux *Monocystis* du lombric par exemple, espèces chez lesquelles les fibrilles contractiles se voient très facilement.

Outre cette couche contractile transversale, existe-t-il en même temps des fibrilles longitudinales douées de la même propriété? C'est ce que l'on n'a pas, jusqu'à présent, réussi à démontrer, mais le fait ne paraît pas impossible, car on en voit manifestement chez quelques *Platycystis* des vers marins; d'ailleurs, les stries de l'épicyte, qui ne manquent jamais, constituent presque toujours un obstacle insurmontable, à leur observation.

Entocyte. — L'*entocyte* ou *endoplasme* (fig. 20 et 22) remplit tout le reste de l'être. On peut le considérer comme formé d'un plasma fluide, bondé d'innombrables granulations de petite taille qui sont des éléments de réserve constitués par une substance analogue à l'amidon, le paraglycogène de Bütschli. Ces granulations se colorent en rouge violacé très caractéristique, sous l'action de l'iode.

Noyau. — Le noyau se trouve plongé au milieu des granulations entocytiques du deutomérite. On l'aperçoit ordinairement de suite, sous forme d'une zone à peu près

circulaire, plus claire que le reste de l'être et située vers le tiers supérieur du segment postérieur. Une légère compression de la lamelle, en aplatissant l'animal, permet de l'examiner plus complètement même à l'état frais. Il paraît alors de forme ovoïde, très gros, et constitué par une membrane élastique renfermant le suc nucléaire dans lequel on voit des masses chromatiques ou nucléoles présentant souvent des vacuoles. Ordinairement, ces nucléoles sont d'autant plus nombreux et plus petits que la grégarine est plus âgée (fig. 20).

Telle est la constitution du *sporadin*, c'est-à-dire de la grégarine adulte, libre dans le tube digestif de l'hôte. C'est presque toujours sous cet état qu'on la rencontrera dans la portion antérieure de l'intestin du Blaps.

États jeunes. — Si l'on veut étudier les états jeunes, on fera, comme nous l'avons dit, des dissociations de l'épithélium intestinal dans la même région et on trouvera fréquemment, surtout chez les animaux fraîchement capturés, des individus tels que celui représenté figure 23. Ce sont des *céphalins* ou grégarines jeunes, encore munies de leur appareil de fixation ou *épimérite*, avec lequel elles sont fixées dans la cellule épithéliale où elles se sont développées.

L'*épimérite* est représenté, dans l'espèce qui nous occupe, par un long rostre prolongeant le sommet du protomérite et terminé à son extrémité par un renflement granuleux. Quelques rares granulations s'observent également à l'intérieur du rostre dont la paroi est formée par l'épicyte aminci et sans stries apparentes.

Lorsque la grégarine entre dans sa phase libre, le rostre

se flétrit et finalement se détache au point *p* (fig. 23), où le sarcocyte marque la limite supérieure du protomérite. Cette couche s'oppose ainsi à l'écoulement de l'entocyte au moment de cette mutilation physiologique. La plaie est d'ailleurs vite cicatrisée et remplacée par une zone de sarcocyte réfringent quelque peu granuleux, et la grégarine est passée à l'état de sporadin.

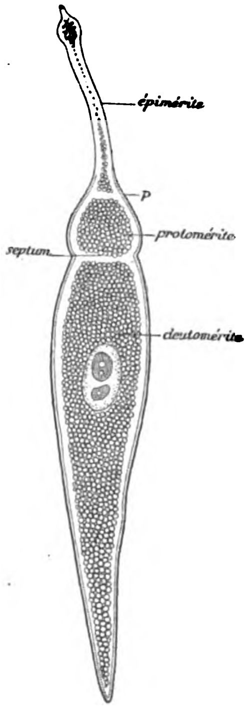


Fig. 23.
Céphalin de Stylorhynchus (gross. 100).

p, point où se fera la décapitation.

En continuant à examiner l'épithélium dissocié, on pourra rencontrer les états très jeunes du parasite dans sa phase intracellulaire, sous forme de petites masses ovoïdes, granuleuses, pourvues d'un noyau et logées dans les cellules épithéliales (3, fig. 26). D'autres, déjà plus avancées et trop grosses pour être encore contenues en entier dans la cellule, ont brisé le plateau cuticulaire et font hernie dans la lumière du tube digestif (4, fig. 26).

La portion qui reste dans la cellule va s'allonger et devenir l'épimérite, tandis que la portion extracellulaire, continuant à grossir, va bientôt se diviser en deux par un septum et constituer ainsi le proto et le deutomérite.

Reproduction. — Il n'est pas rare de rencontrer dans

l'intestin, avec des grégarines libres, des individus conjugués, c'est-à-dire réunis par leur protomérite et sur le point de s'enkyster, et des kystes déjà tout formés ; mais il est préférable, si l'on veut suivre le développement de ces kystes, de les rechercher dans les excréments des Blaps où ils se voient facilement à l'œil nu, comme de petits grains sphériques d'un blanc mat. On les recueillera avec un fin pinceau et on les placera dans un milieu humide, autant que possible stérilisé.

Un moyen très simple et qui nous a toujours donné de bons résultats[1], consiste à placer les kystes sur de petites lames de charbon des cornues ou de fusain, dans un flacon bouché contenant un peu d'eau ; le tout ayant été préalablement stérilisé. Les baguettes de charbon trempent dans l'eau par la base et s'imbibent peu à peu. On dépose les kystes vers la partie supérieure et on bouche avec soin.

Les kystes sont ainsi dans un milieu humide et aseptique. De plus, ils sont faciles à distinguer, car ils se détachent en blanc mat sur le fond noir de la baguette de charbon.

Au bout de quelques jours, ils commencent déjà à présenter les premiers phénomènes de la sporulation et montrent, à la surface de leur contenu, les masses sporigènes d'abord sphériques, puis fusiformes. Bientôt, celles-ci se détachent plus ou moins de la réserve kystique centrale et on les voit exécuter des mouvements très vifs en arc ou en **8**, dans la zone claire située entre la masse granuleuse centrale et la paroi (8, fig. 26). Ce curieux phé-

[1] Louis Léger. *Nouvelles recherches sur les Grégarines des Arthropodes terrestres*. Annales de la Fac. des Sc. de Marseille, t. VI, fasc. III.

nomène, découvert par M. A. Schneider, a été appelé par lui « danse des sporoblastes ». Il dure environ une vingtaine d'heures pendant lesquelles les sporoblastes comparables à des corpuscules falciformes très actifs, ne cessent de s'agiter. Au bout de ce temps, tout mouvement s'arrête ; les sporoblastes redeviennent sphériques et granuleux, puis se revêtent d'une paroi résistante et se convertissent chacun en un sporocyste (9, fig. 26). Ce qui reste de la masse granuleuse centrale constitue alors un pseudo-kyste dont le rôle paraît être d'aider à la dissémination des sporocystes à leur maturité (10, fig. 26).

Sporocystes. — Lorsque le kyste est mûr, sa couleur devient noirâtre à cause des sporocystes à tégument coloré qu'il renferme. Ceux-ci, réunis en longs chapelets (*s s'* 10, fig. 26), sont mis en liberté par rupture de la paroi du kyste qui est ornée de petites éminences régulièrement disposées (*m* 10, fig. 26).



Fig. 24.
Sporocystes de Stylorhynchus.

La forme de ces sporocystes est trigone (fig. 24) (spores en porte-monnaie), au lieu d'être régulièrement biconique ou naviculaire, comme c'est le cas le plus fréquent chez les Grégarines.

Cette forme spéciale des sporocystes des Stylorhynchides parait due, comme l'a remarqué M. Hagenmüller, à la disposition qu'ils affectent à l'intérieur du kyste, dans l'espace compris entre le pseudo-kyste et la paroi. Réunis bout à bout, ils forment en effet de longs chapelets eux-mêmes enroulés en hélice de petit rayon et à tours très serrés, de sorte qu'ils paraissent comme disposés en petits anneaux superposés ne comprenant guère plus de 7 à 9 sporocystes,

aspect sous lequel on les observe fréquemment à la rupture du kyste (fig. 25). Cette disposition en cercle amène la compression mutuelle des parties latérales de chaque sporocyste et donne à celui-ci la forme trigone, en modifiant la symétrie primitive par rapport à un axe.

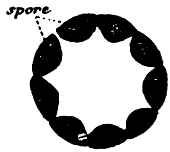


Fig. 25.
Chapelet annulaire de sporocystes (spores) de Stylorhynchus.

Au terme de leur évolution, les sporocystes renferment chacun huit gros sporozoïtes nucléés (11, fig. 26). Ceux-ci sortent facilement lorsque les sporocystes sont mis en contact avec le suc gastrique de l'hôte, comme M. A. Schneider l'a montré le premier (1, fig. 26).

Cycle évolutif. — Le cycle évolutif de la grégarine est facile à concevoir [1] : Les sporocystes avalés par l'hôte avec sa nourriture s'ouvrent dans le tube digestif (1) et les sporozoïtes (2) pénètrent bientôt dans les cellules épithéliales (3). Là, ils grossissent et, dans cette phase d'accroissement, font hernie dans la lumière intestinale (4).

La portion herniée devient de beaucoup la plus importante (5) et se détache bientôt de la portion intra-cellulaire (épimérite) pour constituer la grégarine libre ou sporadin (6).

Le sporadin continue encore à s'accroître et, finalement, s'accole à un de ses semblables de telle façon que les protomérites des deux grégarines soient en contact direct. Cet acte marque le début de la conjugaison qui précède l'enkystement (7 et 8).

[1] Les numéros qui suivent se rapportent à la fig. 26.

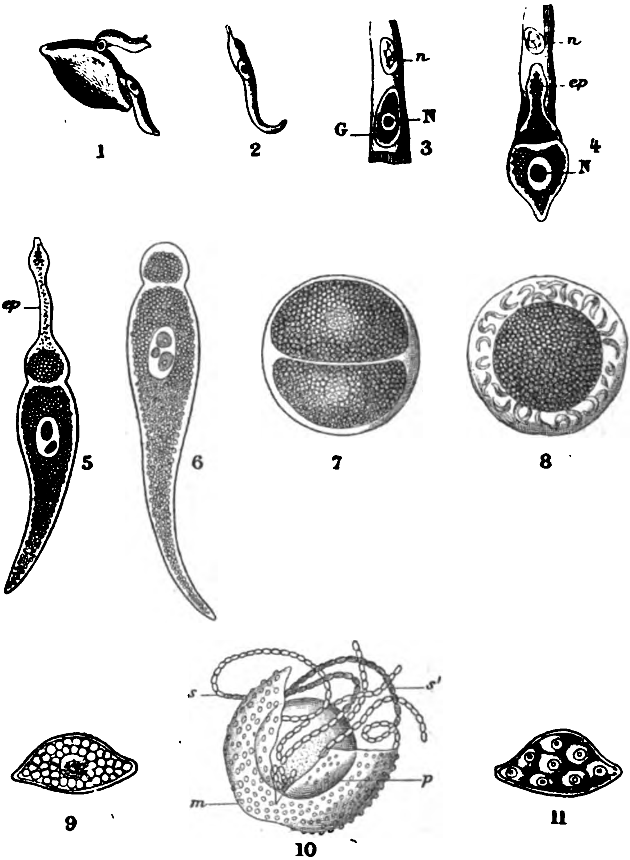


Fig. 26.

Figure demi-schématique représentant le cycle évolutif d'une grégarine du genre *Stylorhynchus*.

ep, épimérite. — G, jeune grégarine dans la cellule hospitalière. — *m*, paroi du kyste ornée d'éminences. — N, noyau de la grégarine intra-cellulaire. — *n*, noyau de la cellule hospitalière — *p*, pseudo-kyste. — *ss'*, chapelets de sporocystes.

Finalement, le kyste renferme à sa maturité de nom-

breux sporocystes (10) abritant chacun huit sporozoïtes (11).

Ainsi s'effectue le cycle évolutif d'une grégarine polycystidée ; nous verrons bientôt qu'il n'est pas sans rapports avec celui des coccidies que nous allons maintenant étudier.

COCCIDIES

Type : *Coccidium falciforme.* SCHNEIDER.

SYNONYMIE. — *Eimeria falciformis* (p. p.) (SCHNEIDER).

Place du Coccidium falciforme dans la systématique. — Le genre *Coccidium* appartient à la tribu des *Tétrasporocystées* caractérisée par un ookyste renfermant quatre sporocystes à la maturité (11, fig. 29).

Habitat. — Cette coccidie se rencontre fréquemment dans l'intestin de la souris où elle a été découverte par Eimer [1] et étudiée depuis par M. Schuberg [2].

Étude microscopique du parasite. — Si l'on examine, à un assez fort grossissement (oc. 3, obj. 7, de Leitz, par exemple), une petite quantité du contenu intestinal de l'intestin grêle de la souris, après avoir râclé très légèrement la surface de l'épithélium, on pourra rencontrer le

[1] Eimer. *Ueber die Ei-und Kugelförmigen Psorospermien der Wirbelthiere*, Würzburg, 1870.

[2] Schuberg. *Verhandlungen des Naturhist.* Med. Vereins zu Heidelberg. N. F. V. Bd. 4 Heft. 1895.

parasite à ses différentes phases d'évolution dans l'hôte.

Les formes qu'on trouve le plus souvent sont de petits corps légèrement incurvés, terminés en pointe aux deux extrémités, présentant des mouvements actifs, se recourbant et se redressant alternativement ou s'enroulant en hélice pour se redresser ensuite. Leur longueur ne dépasse guère 10 μ. Ils sont formés d'un plasma clair, à peine granuleux, et montrent, dans la région médiane, un petit espace clair correspondant au noyau (fig. 27).

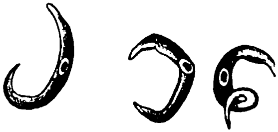


Fig. 27.



Fig. 28.

Souvent, ces corps en croissant ou macrozoospores (mérozoïtes de Simond, kystozoïtes) sont encore réunis en bouquets ou disposés suivant les méridiens d'une sphère d'où on les voit se détacher successivement (fig. 28). Dans les cellules épithéliales détachées par le léger râclage, on pourra de même rencontrer ces bouquets de zoospores et, en outre, des corps granuleux de grosseur variable, avec un ou plusieurs noyaux (N, 3 et 4, fig. 29) dont l'accroissement détruit peu à peu la cellule en comprimant son noyau *n*.

Quelquefois aussi, mais beaucoup plus rarement, on trouvera des corps coccidiens dont la masse centrale, granuleuse, est hérissée de petits corps flagelliformes ou microzoospores, présentant des mouvements très actifs (5′, fig. 29).

Ces différents éléments étaient, il y a peu de temps encore, considérés comme constituant le cycle entier d'une espèce particulière de coccidie monosporée appelée *Eimeria*. De récentes recherches (Schuberg, Simond, Léger) confirmées par des expériences, sont venues démontrer qu'ils ne représentent qu'une partie du cycle total d'une coccidie du genre *Coccidium* dont les autres formes évolutives se trouvent également dans l'intestin et sont finalement évacuées, avec les fèces, dans le milieu extérieur où le kyste coccidien achève sa maturité.

Si l'on examine en effet, la région postérieure de l'intestin grêle, on apercevra, dans les cellules épithéliales, des corps granuleux nucléés, à peu près de même grosseur que les précédents, mais s'en distinguant par la présence d'une enveloppe protectrice épaisse, réfringente et à double contour (7 et 8, fig. 29). Ces corps encapsulés, qui sont des kystes durables de la coccidie, ou *ookystes*, deviennent libres dans l'intestin, après destruction de la cellule hospitalière et on les retrouve dans les excréments de la souris (9, fig. 29). Si on les recueille et si on les place dans un milieu humide stérilisé, sur éponge par exemple, dans une chambre humide, on voit le contenu de chacun de ces kystes, après s'être condensé en une masse sphérique, se diviser en quatre masses granuleuses qui se revêtent bientôt d'une paroi (10, fig. 29).

Au bout de quelques jours, il existe définitivement dans le kyste quatre *sporocystes* ovalaires (11, fig. 29), à paroi résistante et renfermant chacun, outre un reliquat granuleux, deux *sporozoïtes*.

Ces sporozoïtes sont de petits organismes nucléés, de forme allongée, constitués par un plasma transparent et rappelant, par leur forme les corps falciformes trouvés libres dans l'intestin. Toutefois, ils s'en distinguent géné-

ralement par une plus grande réfringence et une apparence plus robuste (2, fig. 29).

Telles sont les différentes formes sous lesquelles on peut observer le parasite chez les souris infestées.

Cycle évolutif. — Comment s'effectue le cycle évolutif du *Coccidium?* Voici comment on est conduit à l'interpréter aujourd'hui, d'après les observations les plus récentes[1] :

Les sporocystes mûrs (1) sont absorbés par la souris, avec sa nourriture ; arrivés dans l'intestin, ils s'ouvrent sous l'influence des sucs digestifs et livrent passage aux sporozoïtes (2). Ceux-ci ne tardent pas à pénétrer dans les cellules épithéliales de l'intestin et là, grossissent aux dépens de la cellule hospitalière, en prenant une forme à peu près sphérique (3).

En même temps et de très bonne heure, le noyau a commencé à se diviser de sorte qu'au terme de la croissance, le corps parasitaire intra-cellulaire est parsemé de noyaux en nombre variable (4), dont chacun deviendra le point de départ d'une macrozoospore, en individualisant une portion du plasma coccidien.

Finalement, la coccidie est divisée en un certain nombre (de huit à vingt) de macrozoospores régulièrement disposées suivant les méridiens, comme les quartiers d'une orange (5). A ce moment, la cellule hospitalière détruite, livre passage aux macrozoospores qui se détachent les unes des autres et deviennent libres dans le contenu intestinal où, sous la forme de corps en croissant, elles présentent

[1] Pour les numéros qui suivent, prière de se reporter à la figure 29.

des mouvements actifs et où nous les avons trouvées au premier examen (6) et (fig. 27).

Dans certains cas moins fréquents, le noyau primitif de la coccidie intra-cellulaire, continue pour ainsi dire à se

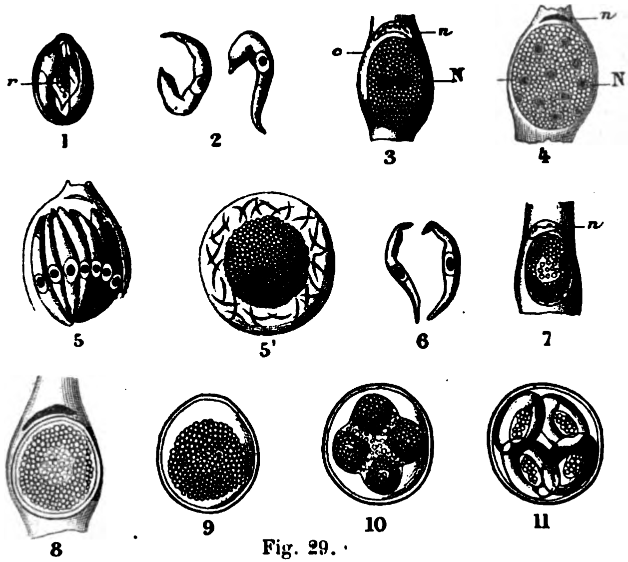


Fig. 29.
Cycle évolutif d'une coccidie du genre *Coccidium*

c, cellule épithéliale renfermant une coccidie. — n, son noyau. — N, noyau de la coccidie. — r, reliquat granuleux à l'intérieur du sporocyste qui renferme deux sporozoïtes.

diviser indéfiniment, et au lieu de donner naissance à un nombre relativement restreint de macrozoospores comme dans le cas précédent, il aboutit à la formation d'un nombre considérable de microzoospores [1], petits corps effilés, très

[1] Ces microzoospores ou microgamètes sont munis de deux cils locomoteurs ainsi que je l'ai observé chez les coccidies monozoïques (fig. 30). Une disposition analogue existe chez les microgamètes de

agiles, à noyau allongé (microsporozoïtes des auteurs, chromatozoïtes, pseudo-flagelles de Simond), qui occupent la surface d'une énorme sphère de reliquat (5').

Ces microsporozoïtes, d'après l'opinion de Schuberg et de Simond pour les coccidies des vertébrés, les récentes recherches de Schaudinn et Siedlecki[1] et nos propres observations pour celles des Arthropodes, sont destinés à jouer le rôle d'éléments mâles ou microgamètes (Schaudinn et Siedlecki), en se conjuguant avec les macrozoospores devenues macrogamètes après avoir préalablement acquis un certain développement.

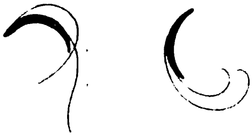


Fig. 30.
Microgamètes ciliés d'une coccidie du genre *Barroussia*.

Et en effet, les macrozoospores (6), après avoir erré quelque temps dans l'intestin, pénètrent de nouveau dans l'épithélium (7) et grossissent en accumulant des réserves (8) ; puis, à la suite de la conjugaison, elles donnent naissance à la forme encapsulée ou ookyste (9), soit directement, soit après un certain nombre de générations semblables à celle qui les a produites.

De toute façon, le terme final est la formation de l'ookyste qui, une fois libéré des cellules épithéliales, est évacué à l'extérieur où il mûrit (9, 10 et 11), et donne ses quatre sporocystes à deux sporozoïtes que nous avons pris comme point de départ.

Coccidium (Wasielewski, Léger, Siedlecki) et, ainsi qu'il m'a semblé également, chez les *Diplospora* des oiseaux.

[1] Schaudinn et Siedlecki. *Beitrage zur Kenntniss der Coccidien*. Verhand, Deut. Zool. Ges., 1897, p. 192.

Ainsi se trouve fermé le cycle évolutif de la coccidie, qui présente, comme on le voit, des affinités étroites et d'intéressantes analogies avec celui des grégarines.

TECHNIQUE. — La technique, pour l'étude des coccidies, ne diffère pas sensiblement de celle signalée plus haut pour l'étude des Grégarines. Après avoir examiné les différents éléments parasitaires sur le vivant, on les étudiera au moyen de dissociations, après fixation préalable, et surtout au moyen des coupes qui sont ici absolument nécessaires. Les pièces seront fixées, soit au Flemming. soit au sublimé, et les coupes colorées avec les différents colorants usités actuellement, safranine, violet de gentiane, thionine, ou encore bleu de méthylène, éosine, suivant la méthode de Labbé [1].

MYXOSPORIDIES

Type: *Myxobolus ellipsoïdes* (THÉL.).

« De tous nos poissons d'eau douce, dit M. Balbiani dans ses *Leçons sur les Sporozoaires*, la Tanche est celui qui présente le plus de Myxosporidies et en toutes saisons » ; c'est donc un poisson tout indiqué pour l'étude de ces Sporozoaires et nous allons décrire, comme type de Myxosporidies, celle qui se rencontre, pour ainsi dire constamment chez la Tanche, le *Myxobolus ellipsoïdes* THÉLOHAN, qui présente d'ailleurs cet avantage, d'avoir des spores assez grosses, montrant facilement leur constitution.

[1] A. Labbé. *Recherches cytologiques, biologiques, zoologiques sur les Coccidies*. Arch. zool. exp., t. IV, 3e série, 1896.

Place du Myxobolus dans la systématique. — Le *Myxobolus* représente le type de la famille des *Myxobolidées*, qui comprend des Myxosporidies polysporées presque toujours parasites des tissus, à spores renfermant deux capsules polaires et caractérisées par la présence, dans leur protoplasma, d'une vacuole à contenu colorable en rouge-brun par l'iode.

Vu pour la première fois par Remak en 1852, dans la rate et le rein de la Tanche, ce parasite, qu'on appelait autrefois Psorospermie [1] de la Tanche, a été surtout bien étudié par M. Balbiani [2], et plus récemment par P. Thélohan [3].

Recherche du parasite. — En examinant avec un peu d'attention les nageoires d'une Tanche, et plus parti-

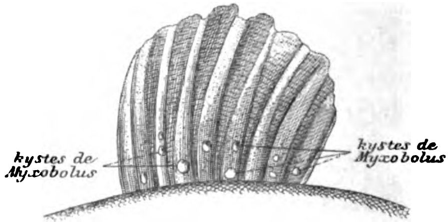


Fig. 31.
Nageoire dorsale d'une tanche montrant des kystes de Myxobolus.

culièrement les nageoires dorsale ou pectorales, surtout vers leur base (fig. 31), on remarquera presque toujours

[1] On réunissait alors sous le nom de Poorospermies toutes les Myxosporidies et même la plupart des autres Sporozoaires.

[2] Balbiani. *Leçons sur les Sporozoaires*, 1884, O. Doin.

[3] P. Thélohan. *Recherches sur les Myxosporidies*. Bull. sc. de la France et de la Belgique, t. XXVI, 1895.

la présence, entre les rayons, de petits kystes blancs à peu près sphériques, de 1 à 2 millimètres de diamètre. Les mêmes kystes ne sont pas rares non plus sur les branchies de la Tanche, mais c'est à la surface du foie et surtout dans le tissu conjonctif du mésentère, que l'on en trouvera des quantités parfois considérables.

Etude microscopique du parasite. — Quel que soit le point où l'on ait aperçu le parasite, on devra le détacher délicatement, au moyen de fines aiguilles, du tissu dans

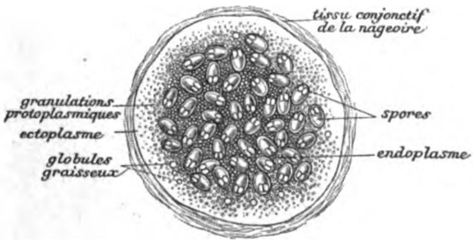


Fig. 32.
Kyste de Myxobolus examiné à l'état frais.

lequel il est plongé. On le placera ensuite dans une goutte de liquide physiologique [1] sur un porte-objet, et on le recouvrira d'une mince lamelle afin de l'examiner d'abord à l'état frais.

La tumeur parasitaire montrera alors la constitution typique d'un kyste de Myxosporidie (fig. 32) :

A la limite externe, une zone mince, plus ou moins distincte, hyaline et homogène, constituant l'*ectoplasme ;* en dedans, l'*endoplasme*, formé de protoplasma granuleux à

[1] Eau, 1000 gr. ; chlorure de sodium, 7,5.

sa périphérie, et montrant, dans sa région centrale, de nombreuses spores et quelques globules graisseux.

En faisant éclater le kyste par une simple pression sur le couvre-objet, il sera facile de mettre quelques spores en liberté, afin d'étudier leur constitution sur le vivant.

Spores. — Les spores sont hyalines, à contour elliptique, lorsqu'elles sont vues de face (A, fig. 33), et mesurent en moyenne 12 à 14 μ dans leur plus grand axe. Si on les examine de profil, elles paraissent beaucoup moins larges (B, fig. 33), et montrent nettement une ligne longitudinale de suture, ce qui indique que la spore est formée de deux valves accolées comme les deux coquilles d'une noix, suivant la juste comparaison de M. Balbiani. Ces valves sont parfaitement transparentes et formées d'une substance extrêmement résistante.

A l'intérieur de la spore, ce qui frappe tout d'abord, c'est la présence de deux petites vésicules très réfringentes, situées à l'un des pôles (le *pôle antérieur*), légèrement inclinées l'une vers l'autre, leur sommet étant rapproché du pôle de la spore. Ce sont les *capsules polaires* qui caractérisent les spores des myxosporidies (A, B, C, D, fig. 33) ; elles communiquent avec l'extérieur par un fin canal bien visible en D, et à leur intérieur se trouve un long filament enroulé en spirale, souvent difficile à voir à l'état frais.

Au moyen de certains réactifs, et en particulier de solutions de potasse ou de soude, il sera facile de mettre en évidence la présence de ces filaments qui s'évaginent, de telle sorte que la spore se présente alors sous l'aspect dessiné en C, fig. 33.

Avec les capsules polaires, la spore renferme le véritable élément reproducteur de l'organisme, constitué par une petite masse de protoplasma finement granuleux, occupant la partie de la cavité de la spore située en arrière des capsules polaires (A, C, D, fig. 33).

La masse protoplasmique renferme toujours deux

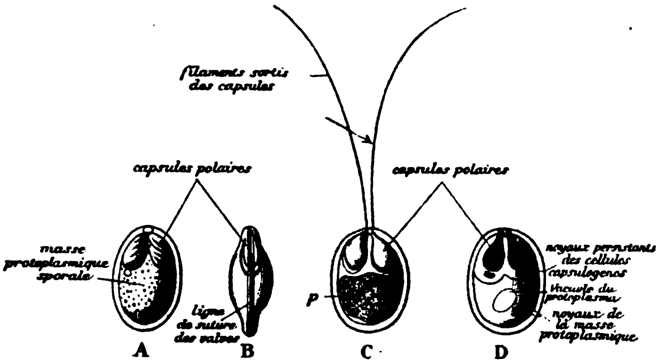


Fig. 33.

Spores du Myxobolus (gross. 1000).

A. spore vue à l'état frais et de face. — B, la même vue de profil. — C, spore avec ses filaments sortis des capsules. — *p*, masse protoplasmique sporale. — D, spore fixée et colorée à la safranine.

noyaux (D, fig. 33), comme c'est la règle dans les spores des Myxosporidies; et, de plus, une vacuole (D, fig. 33), caractéristique des Myxobolidées, surtout visible après l'action de l'alcool et se colorant en brun rougeâtre par la teinture d'iode. C'est cette masse protoplasmique qui deviendra une nouvelle Myxosporidie, lorsqu'elle aura été mise en liberté sous l'action du suc gastrique de l'hôte qui détermine la sortie des filaments et la déhiscence de la spore en deux valves.

L'étude de la spore sera complétée sur des coupes de kystes préalablement fixés au liquide de Flemming et colorés à la safranine. On verra alors (D, fig. 33) les capsules polaires fortement colorées et montrant à leur extrémité les deux petits canaux qui livrent passage au filament spiral. La masse protoplasmique montrera également ses deux noyaux, uniformément colorés et on apercevra au-dessous de chaque capsule un petit noyau qui est le noyau persistant des cellules capsulogènes.

Kyste. — L'organisation du kyste myxosporidien pourra de même être étudiée sur des coupes fixées et colorées, soit à la safranine, soit au carmin.

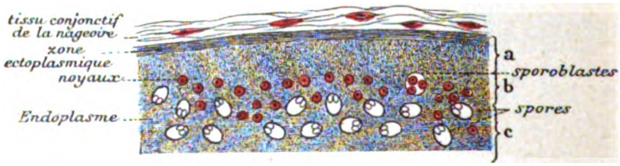


Fig. 34.
Portion de coupe d'un kyste de Myxobolus (gross. 300 environ).

La figure 34 représente une portion d'une coupe de kyste de *Myxobolus* colorée au carmin. On voit, en haut, le tissu conjonctif de la nageoire qui s'est condensé autour du parasite. Le protoplasma du kyste paraît, à ce niveau, plus compact et plus dense, et se colore très faiblement par le réactif ; c'est la couche ectoplasmique qui n'est pas toujours indiquée d'une façon aussi nette, surtout dans les kystes qui se développent sur la vessie natatoire de la Tanche.

C'est surtout chez les Myxosporidies libres, en effet,

que l'ectoplasme est le plus différencié, souvent même sous forme d'organes de locomotion ou de fixation, qui deviennent inutiles chez les Myxosporidies parasites des tissus.

Au-dessous vient la couche endoplasmique ou endoplasme, dans laquelle on peut distinguer trois zones d'importance variable, suivant l'âge du kyste :

1° Une zone périphérique *a*, formée uniquement de protoplasma granuleux sans noyaux ni spores ;

2° Une zone moyenne *b*, renfermant des noyaux et des sporoblastes ;

3° Une zone centrale *c* occupée surtout par les spores *s* et des débris protoplasmiques.

En résumé, on voit que la masse parasitaire myxosporidienne renferme à la fois dans son protoplasma des noyaux libres et des spores mûres.

C'est là un des caractères distinctifs les plus importants de ces protozoaires, chez lesquels *la formation des corps reproducteurs ne marque point la fin du cycle évolutif et s'accomplit au sein de l'endoplasme sans que l'organisme cesse de se mouvoir et de s'accroître*[1].

[1] V. P. Thélohan. *Loc. cit.*

MÉTAZOAIRES

SPONGIAIRES

Le groupe des Spongiaires, si l'on tient compte seulement du nombre et de la variété des formes typiques, n'a qu'une importance secondaire au point de vue de la classification, et ne peut se mettre que difficilement en parallèle avec celui des Vers, des Mollusques, voire même des Cœlentérés, dans lequel on le fait souvent rentrer.

Cependant une grande place lui a été accordée dans la Zoologie descriptive à cause des nombreuses discussions auxquelles ce groupe a donné naissance dans ces dernières années.

L'étude des Spongiaires est d'ailleurs indispensable pour arriver à une juste conception des Métazoaires.

L'embryogénie de ces animaux présente en effet une particularité si remarquable que M. Delage[1]*, qui possède une haute compétence en la matière, a pu écrire très justement : « L'évolution de l'Eponge présente un trait si frappant qu'il suffit à donner à ces êtres une place tout à fait à part dans le règne animal. Tandis qu'en effet, toujours, sans exception, l'endoderme s'invagine dans*

[1] Yves Delage. *L'état actuel de la biologie et de l'industrie des Eponges.* Revue gén. des sciences, 1898.

l'ectoderme pour former l'épithélium digestif, tandis que l'ectoderme reste en dehors pour former l'épiderme, ici, c'est l'inverse qui a lieu : ce sont les cellules ectodermiques flagellifères qui s'invaginent et deviennent les choanocytes, tandis que les endodermiques restent en dehors pour former l'épiderme.

Les Éponges sont en quelque sorte des animaux retournés et pourraient être appelées pour cela « Enantiozoaires ou Eniantodermates ».

CHAPITRE V

ÉPONGES CALCAIRES

Par E. A. MINCHIN
De Merton collège. Oxford.

LA CLATHRINE CORIACE

Clathrina coriacea (MONTAGU).

Place de la Clathrine dans la systématique. — SYNONYMIE. — La Clathrine est une *éponge calcaire*, de la sous-classe des *Homocœles*. La paroi du corps est soutenue par un squelette de spicules calcaires, et la cavité gastrale interne est tapissée par une couche continue d'épithélium vibratile composé de *cellules à collerettes*, qui ne manque que dans une région limitée près de l'orifice osculaire.

Elle se distingue nettement des éponges calcaires *hétérocœles*, chez lesquelles, comme chez toutes les autres éponges connues jusqu'à présent, les cellules à collerettes se trouvent en couche discontinue, agrégées dans des cavités spéciales appelées les *corbeilles vibratiles*.

La sous-classe (ou ordre) des Homocœles ne contient qu'un seul ordre (ou famille), les *Ascones* (ou *Asconidæ*). La division générique des Ascones a été beaucoup discutée. Ainsi notre éponge, décrite d'abord par Mon-

tagu[1] en 1812 sous le nom de *Spongia coriacea*, se trouve dans la littérature le plus souvent sous la désignation générique de *Leucosolenia* (Bowerbank[2]) ou d'*Ascetta* (Hæckel[3]). Sans tenir compte ici de ces controverses, nous la mettons dans le genre *Clathrina* de Gray, avec les caractères suivants : la forme de la colonie adulte est réticulaire ; les spicules principaux du squelette sont des systèmes triradiés, dont les trois rayons se touchent en formant des angles égaux de 120° ; dans les cellules à collerettes le noyau est situé à la base, c'est-à-dire à l'extrémité éloignée de la collerette[4].

L'espèce *Clathrina coriacea* ne possèdent que des spicules à trois rayons (genre *Ascetta*, Hæckel) de la forme que nous signalons plus bas. Chez plusieurs autres espèces du genre *Clathrina* on peut trouver des spicules à quatre rayons et des spicules monaxones en forme d'aiguilles simples.

Habitat. Mœurs. — La Clathrine coriace est une espèce caractéristique de la faune de l'Atlantique du Nord.

Elle est très répandue en France sur les côtes de l'Océan et de la Manche. Dans la Méditerranée, elle est remplacée ordinairement par les deux espèces très voisines, *Cl. clathrus*, Schmidt, et *Cl. primordialis*, Haeckel, dont la dernière n'est peut-être qu'une variété géographique de

[1] Memoirs of the Wernerian Nat. hist. soc., vol. II, p. 116.

[2] *Monograph of the British Spongiadæ*, vol. II (Ray Society, 1866), p. 34.

[3] *Die Kalkschwämme*, Berlin, 1872, vol. II et III.

[4] Pour la classification adoptée ici, voir Minchin, *Suggestions for a Natural Classification of the Asconidæ*. Annals and Mag. Nat. Hist. (6), XVIII (1896), p. 349-362.

coriacea. Mais, dans la région occidentale de la Méditerranée on trouve encore la vraie *coriacea ;* à Banyuls elle est assez répandue, quoique moins abondante que plusieurs autres espèces du même genre (*cerebrum* ou surtout *contorta*, Bwk). Puisque la *coriacea* paraît manquer complètement dans la faune de Naples, il serait intéressant de rechercher jusqu'à quel point cette espèce se répand dans la Méditerranée vers l'Orient. Il est probable qu'elle se trouve dans tout le golfe de Lion.

Dans la Manche, notre espèce est très abondante entre les limites de la marée dans les endroits abrités. On la trouve sans difficulté, en cherchant à marée basse sous les cailloux, dans les petites flaques d'eau, sur les rochers. Pour trouver les plus beaux échantillons, il faut enlever les grands cailloux ou ceux qui sont fixés entre les rochers et qui ne peuvent pas être déplacés facilement par la force des vagues. Pour la recueillir, il faut donc prendre une pince ou quelque instrument pour enlever ou briser les pierres.

A Roscoff la Clathrine atteint très souvent un riche développement dans les flaques d'eau situées très haut dans les rochers, surtout dans celles qui ne sont pas couvertes à marée haute pendant la morte eau, et qui restent comme des ilots entourés par la mer. Il est inutile de la chercher dans les flaques d'eau situées au même niveau près de la terre, probablement à cause de l'eau douce qui y pénètre.

La clathrine n'est jamais à sec dans les marées ordinaires. Elle se trouve dans les endroits où elle est couverte par l'eau, fixée sur les rochers et très rarement sur les algues. Exceptionnellement pendant les grandes marées on peut la rencontrer à sec sur les rochers, mais elle est normalement couverte par l'eau même à marée basse.

Dans ce cas ce sont des colonies souvent de très grande taille.

qui se présentent toujours dans un état de contraction extrême et prennent par conséquent une apparence dure et coriace, « comme une pièce de cuir brûlé » ; c'est de là que dérive le nom de cette espèce (voy. fig. 41). Les échantillons du niveau le plus bas se trouvent indifféremment fixés sur les algues, les ascidies ou sur les cailloux.

A Banyuls la Clathrine coriace est assez abondante sur les rochers à un par deux mètres de profondeur dans les endroits abrités. En grattant les rochers avec un filet, on peut en recueillir sans difficulté, fixées surtout sur les algues et moins souvent directement sur les rochers ou les cailloux.

Description extérieure de l'animal. — On voit, par ce qui précède, que la Clathrine coriace habite des localités où les conditions de la vie sont très variées. Elle doit se maintenir en luttant contre la force très violente des vagues ou des courants. Comme c'est un être très fragile, qui, une fois fixé, ne peut plus se déplacer, il n'est pas étonnant de trouver dans cette espèce un polymorphisme très prononcé, qui atteint non seulement la forme extérieure, mais se répercute même sur la structure anatomique.

La Clathrine se présente, en effet, sous des formes tellement différentes que l'on pourrait les classer à première vue dans des espèces ou même des genres différents. Il ne s'agit pas, cependant, de variétés distinctes ou de nouvelles espèces qui sont en train de se différencier ; chaque forme paraît n'être que la résultante directe du milieu dans lequel la jeune Clathrine vit pendant sa croissance.

Pour comprendre comment naissent les formes différentes, il faut commencer par l'étude des jeunes individus et colonies (fig. 35).

Le point de départ de toutes les variétés est la forme que Hæckel a baptisé *Olynthus*, tout en croyant qu'elle représentait un genre distinct des éponges calcaires. L'Olynthe (fig. 35, *a*) est un organisme très simple, en forme d'un petit vase ou sac, attaché par sa base; à l'extrémité supérieure se trouve un grand orifice, l'*os-*

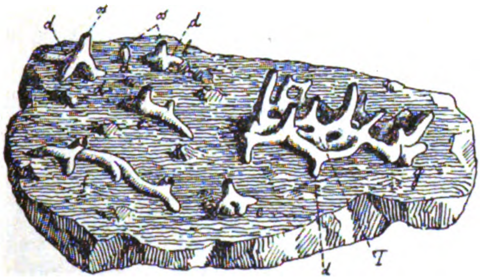


Fig. 35.

Clathrina coriacea. Echantillons très jeunes, provenant de Roscoff (× 5. à peu près).

a. olynthus — *b,c,d,e*, échantillon à un oscule. — *f*. échantillons à deux oscules. *g*, jeune colonie à six oscules. — *Os*, *os*, oscules. — *d*. diverticules. — *T*, système tubaire.

cule (*os*) et la paroi est perforée par de nombreux pores microscopiques, à travers lesquels un courant d'eau passe continuellement dans la *cavité gastrale* vers l'intérieur pour sortir par l'oscule.

Par ses caractères l'Olynthe est une Homocœle, c'est-à-dire que la cavité gastrale est revêtue par une couche continue de cellules à collerette, qui produisent les courants d'eau par la vibration de leurs flagelles.

L'olynthe représente l'individu simple qui résulte du développement d'une larve ou d'un bourgeon libéré et se trouve, en effet, comme un stade transitoire dans

l'ontogénie, non seulement chez la Clathrine, mais aussi chez toutes les éponges calcaires, dont les formes ou les caractères de l'individu ou colonie adulte, dépendent de la manière particulière de croître de l'Olynthe.

Les Olynthes des éponges calcaires, même les plus éloignées dans le système, ne diffèrent guère entre eux que par les caractères triviales du squelette ou des cellules qui existent également chez l'adulte et sont des caractères spécifiques.

Dans la Clathrine, l'Olynthe croît très lentement dans la direction verticale, mais sa paroi se plie pour former des diverticules tubulaires qui s'allongent surtout dans une direction horizontale et s'étalent sur le fond où la Clathrine se trouve fixée (fig. 35 *b*, *c*, *d*, *e*). Les diverticules ainsi formés se ramifient et s'anastomosent entre eux, de sorte qu'elles donnent origine à un *système tubaire*, un réseau plus ou moins compliqué de tuyaux qui communiquent entre eux et avec un tube osculaire central, représentant l'Olynthe originelle.

Les cavités intérieures de tous ces tubes ne sont que la cavité gastrale primitive prolongée dans les diverticules. Comme la complication du système tubaire s'augmente continuellement, l'oscule primitif de l'Olynthe ne tarde pas à être insuffisant, et de nouveaux oscules se forment de deux manières.

L'oscule peut se diviser en deux, par plissement et scission longitudinale ; ou bien, méthode plus commune, un diverticule s'élève du système tubaire et croît dans la direction verticale pour former un tube osculaire dans lequel un oscule se forme par perforation à l'extrémité du cul-de-sac. Il en résulte une colonie composée d'un

réseau plus au moins compliqué de tubes, d'où se dressent un ou plusieurs courts tubes osculaires, chacun terminé par un oscule (fig. 35, *g*).

Par suite de variations très simples dans la manière de croître des tubes et des oscules, on peut distinguer plu-

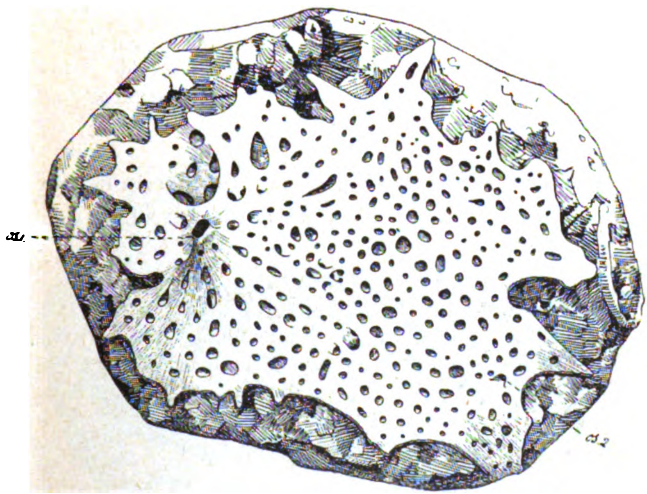


Fig. 36.

Clathrina coriacea. Forme A. Colonie incrustante (Roscoff; × 5). *os.* 1, oscule principale. — *os.* 2, oscule plus jeune.

sieurs variétés A, B, C, D, E, dont les formes typiques sont assez distinctes, quoique liées entre elles par de nombreuses transitions.

A. *Colonies incrustantes* (fig. 36). — Dans cette forme les tubes croissent continuellement dans le plan horizontal et forment un réseau très aplati et étalé sur le fond.

Le système tubaire se compose donc, d'ordinaire, dans

les colonies incrustantes, d'une seule couche de tubes; quelquefois cependant il en existe de deux couches dans le voisinage des plus grands oscules. Les tubes osculaires sont courts, mais souvent d'un diamètre relativement considérable.

Cette forme paraît être la mieux adaptée de toutes pour résister à la force des courants ou les vagues; ainsi on la trouve très répandue partout à Roscoff, entre les limites de la marée, sous forme de petites plaques blanches qui atteignent souvent une étendue de 2 ou 3 centimètres.

B. *Colonies revêtantes* (fig. 37). — Dans cette forme, les tubes se ramifient en tous sens, mais restent de très



Fig. 37.
Clathrina coriacea. Forme B. Colonies revêtantes (Roscoff).
os, oscules. × 5.

petite taille. La colonie croît principalement dans le plan horizontal, tandis que la croissance verticale est très restreinte et ne dépasse guère 2 ou 3 millimètres de hauteur. Il en résulte une forme très étalée, à nombreux oscules très petits, qui se répand comme une mousse très fine et blanche, revêtant les cailloux ou les rochers.

Cette forme est plus locale que la précédente, mais elle se trouve abondamment en certains endroits; à Roscoff, par exemple, sous les cailloux dans les flaques d'eau près de la chapelle Sainte-Barbe.

C. *Colonies conulaires* (fig. 38, 39). — Ici la colonie prend la forme d'une masse plus ou moins conique ou de

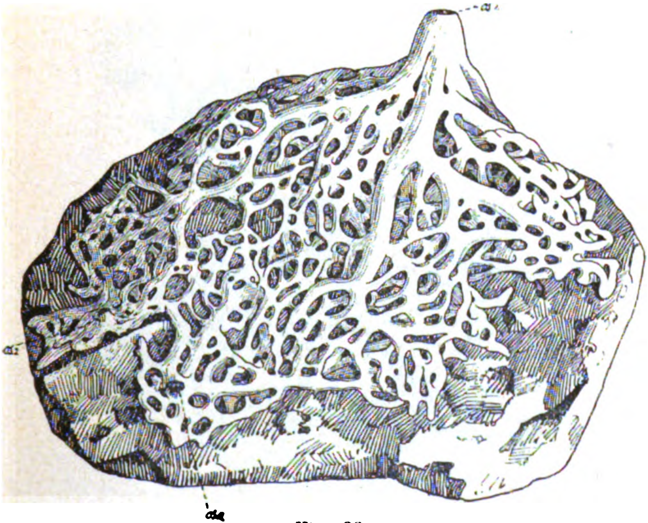


Fig. 38.
Clathrina coriacea. Forme C. Colonie conulaire (Roscoff; × 3).
os. 1, oscule principal. — *os.* 2, jeunes oscules.

plusieurs masses de cette forme souvent de taille assez grande et qui ont jusqu'à 2 ou 3 centimètres en hauteur. Chaque cône est composé d'une masse de tubes enchevêtrés qui se dirigent principalement vers le sommet, où elles se fondent dans un oscule terminal, souvent de diamètre considérable. Au bord de la colonie les tubes

s'étendent dans plusieurs directions sur le fond, pour former des cônes nouveaux.

Cette forme est assez répandue à Rosoff, mais il lui faut surtout des endroits très abrités pour qu'elle puisse se développer librement. On la trouve principalement, dans les flaques d'eau situées très haut. A Banyuls, au contraire, on rencontre la forme

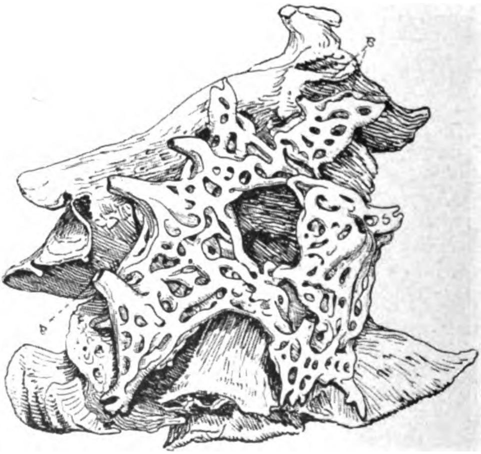


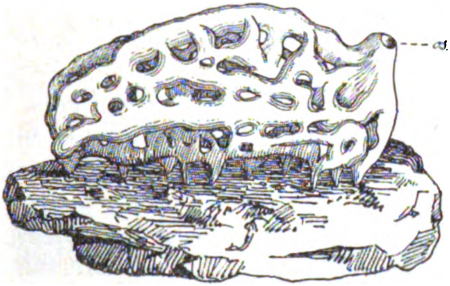
Fig. 39.
Clathrina coriacea. Forme C. Colonies conulaires (Banyuls ; × 5).
os, oscules.

ordinaire de cette espèce qui s'étale sur les algues en forme de petits cônes, liés entre eux et terminés chacun par une oscule (fig. 39).

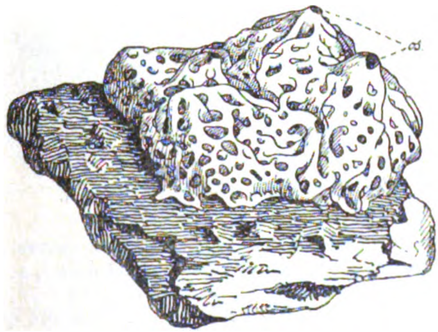
C'est surtout dans la forme conulaire qu'on trouve les variations les plus frappantes de couleur. L'échantillon de la figure 38 était d'une teinte rouge orange, celui de la figure 39 d'un jaune citron.

D. *Colonies compactes* (*ou massives*) (fig. 40, A, B). —

Dans cette variété, l'éponge prend une forme compacte ou massive, avec un ou plusieurs oscules très courts.



A



B

Fig. 40.

Clathrinea coriacea. Forme D. Colonies compactes (Roscoff, trou d'argent ; × 4). A. Echantillon bien épanoui, à une oscule. — B. Echantillon contracté, à quatre oscules.

Elle n'est pas étalée sur le fond, comme les précédentes, mais se fixe en quelques points seulement, de sorte que dans les cas extrêmes, or pourrait presque décrire l'éponge comme rattachée à son support par des tiges.

Ces colonies sont très délicates et fragiles, mais se rendent souvent plus résistantes par contraction. A Roscoff, on les trouve très bas dans les grottes abritées; par exemple dans le trou d'argent, où l'on ne peut entrer qu'à mer basse pendant les grandes marées.

E. *Colonies coriaces*, forme *Auloplegma* de Hæckel (fig. 41, A, B). — Dans ces formes, qui ne sont que des échantillons excessivement contractés, l'éponge est dure

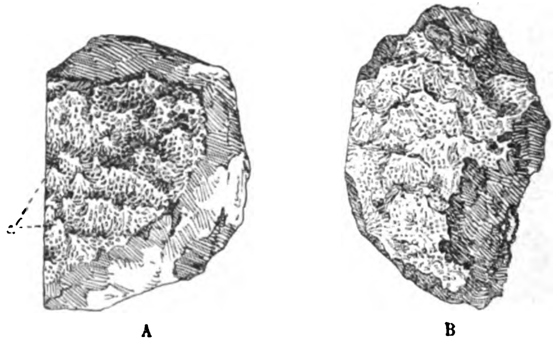


Fig. 41.

Clathrina coriacea. Forme E. Colonies coriaces, excessivement contractées (Roscoff, grotte Duon ; grandeur naturelle). A. Echantillon moins contracté ; on voit encore les « conules » (*c*), c'est-à-dire les oscules fermés. — B. Echantillon aussi contracté que possible.

et tenace ; les tubes sont de taille très réduite et minces, sans orifices osculaires. Quand la contraction n'est pas poussée trop loin, on distingue encore des petites « conules », qui représentent les oscules fermées et contractées (fig. 41 A, *c*) ; mais, dans les cas extrêmes, les conules même disparaissent et l'éponge devient presque uniforme.

Comme nous avons dit plus haut, on trouve cette forme

abondamment à Roscoff, pendant les grandes marées. La couleur est jaune citron, jaune paille ou blanche ; en mettant des colonies jaunes dans l'alcool, on obtient un liquide jaune à fluorescence pourpre.

Elles ne sont probablement que des grandes colonies conulaires. Comme on peut se rendre compte que les échantillons épanouis des formes conulaires peuvent se rétrécir jusqu'au dixième au moins de leur taille ordinaire, par suite de leur contraction, les formes coriaces doivent être de très beaux échantillons dans leur état d'épanouissement. Malheureusement, leur habitat rend impossible leur récolte dans cette condition.

Comparaison des formes [1]. — *La forme typique de l'éponge est la forme conulaire, dont les autres ne sont que des modifications. Ainsi la forme incrustante n'est qu'une colonie conulaire très aplatie ; la forme revêtante se compose de nombreux individus conulaires très petits liés ensemble, et la forme compacte doit être considérée comme une colonie conulaire que, si je puis m'exprimer ainsi, a ramassé ses jupes, et se redresse afin de s'élever au-dessus du niveau des objets environnants. Il est vraisemblable que l'éponge prend toujours la forme conulaire, lorsque les conditions de la vie ne l'obligent pas à s'adapter en modifiant sa croissance.*

L'individualité de l'éponge est une chose assez discutée. La théorie la plus raisonnable consiste à considérer l'oscule comme la marque d'un individu, et la colonie, comme un composé d'autant d'individus qu'il y a d'oscules.

Les diverticules n'auraient ainsi que la valeur d'un plissement

[1] Voyez d'autres figures, pas très exactes, de cette éponge chez Haeckel, *Kalkschwämme*, t. III, pl. III. Bowerbank (British Spongiadæ, t. III, pl. III, fig. 11-14) donne des figures d'échantillons coriaces desséchés.

de la paroi, et quand un diverticule devient un tube osculaire, c'est un pli qui a pris la fonction d'un bourgeon.

Quelques auteurs ont émis une opinion tout à fait opposée, et considèrent chaque diverticule comme un bourgeon réduit. Ainsi l'échantillon représenté à la figure 35 *d* serait, d'après Hæckel, trois individus avec une seule bouche ou oscule (plutôt cloaque). Dans la figure 38 on compterait quelques milliers d'individus, l'on pouvait les distinguer les uns des autres. Cette manière de voir paraît forcée et peu naturelle.

Couleur. — Une chose plus difficile à expliquer que les diverses formes, c'est la variation extraordinaire de couleur. A Roscoff, on trouve souvent sur le même caillou des échantillons blancs, rouges, oranges, lilas et jaunes.

La couleur est contenue dans les granules des cellules de la couche dermale ; elle se dissout vite dans l'alcool, de sorte que les échantillons conservés sont blancs ou bruns. La couleur paraît n'avoir aucun rapport fixe ni avec la forme de la colonie, ni avec l'habitat de l'éponge, ni enfin, avec aucun caractère interne ou externe de la Clathrine.

On manque d'observations pour déterminer si la coloration est constante. Les larves sont colorées comme leurs mères, ainsi les petits, produits par une éponge jaune, par exemple, sont également jaunes; cependant, il est possible qu'une éponge peut changer de couleur complètement dans certaines conditions.

La variation de la couleur des granules de la couche externe du corps est un problème physiologique très important, mais dont la signification n'est point connue.

A Banyuls les teintes les plus communes sont rouge orange, jaune citron et blanc. Dans les cas des deux espèces voisines qui habitent la Méditerranée, l'une, *primordialis*, est variable comme *coriacea*, l'autre, *clathrus*, est constamment d'une teinte jaune citron.

En général, les éponges calcaires sont blanches, ce qui est aussi la teinte la plus commune chez la Clathrine coriace ; les tons vifs si répandus chez cette éponge et les espèces voisines

se présentent, en effet, comme un phénomène rare et exceptionnel, dans la classe des éponges calcaires.

Structure anatomique et histologique. — Dans les colonies de la Clathrine, nous avons déjà distingué un système tubaire général, composé d'un réseau de tubes creux, et les tubes osculaires, que terminent les oscules. La structure des parois des tubes ne présente de variations dans aucune partie de la colonie, excepté dans les tubes osculaires, où l'on trouve des différenciations spéciales en rapport avec l'orifice osculaire. Aussi, pour bien comprendre la structure de l'éponge, il faut étudier spécialement la structure du tube osculaire. Tout ce que je dirai à cet égard s'appliquera en même temps à l'Olynthe, puisque nous avons vu que le tube osculaire n'est dans un certain sens que le reste ou bien le double de l'Olynthe primitif, le point de départ de la colonie.

1° *Rebord osculaire.* — En étudiant un échantillon bien épanoui, on aperçoit facilement, même avec un très faible grossissement, que la paroi, soutenue par une couche de spicules triradiés, est tapissée à l'intérieur par une couche d'épithélium cylindrique et perforée par de nombreux pores très fins. Tout près du bord de l'oscule, la couche interne cesse subitement, et l'on trouve une région plus claire, où les pores manquent aussi complètement ; c'est le *rebord osculaire* (fig. 42 A, B, C, *r*, *o*), région très importante, car c'est là, un des points de croissance de la colonie.

Dans le rebord osculaire, on trouve souvent des appareils spéciaux pour la fermeture de l'oscule. Ainsi dans les oscules de la forme C, on trouve un sphincter contractile, crête ou tablette annulaire, qui fait saillie vers la

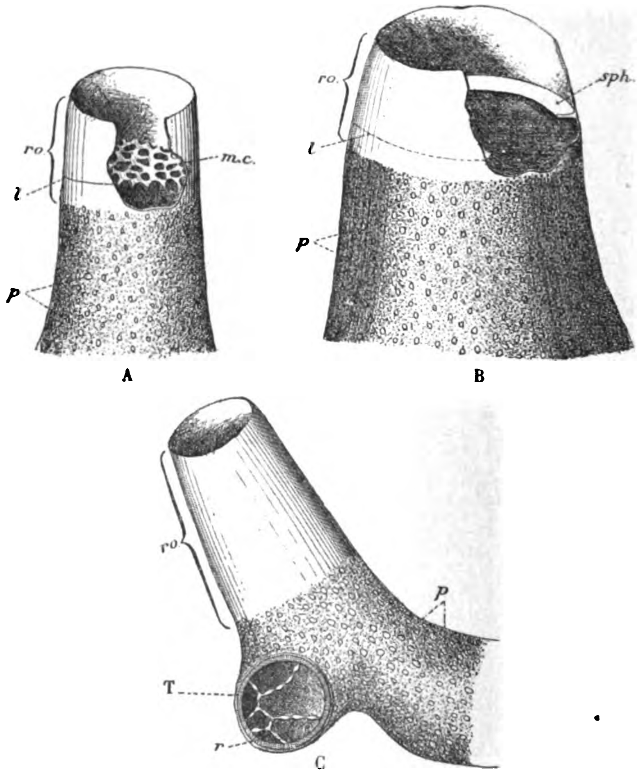


Fig. 42.

Clathrina coriacea. Types d'oscules, vus à un faible grossissement; dessins schématiques, les spicules ne sont pas indiqués.

A. Oscule de forme B; une partie de la paroi est découpée pour montrer la membrane cribriforme qui s'étend à travers l'ouverture de l'oscule. — B. Oscule de forme C; une partie de la paroi est découpée pour montrer le sphincter. — C. Oscule de forme A, sans sphincter ni membrane cribriforme. Un tube (T) est coupé transversalement pour montrer le réseau endogastral (*r*).

r.o., rebord osculaire. — *m.c.*, membrane cribriforme. — *sph.*, sphincter. — *l.*, ligne qui marque l'endroit où le sphincter ou membrane cribriforme se rattache à la paroi du corps. — *r.*, réseau endogastral.

cavité gastrale (fig. 42, B, *sph.*). Cette structure n'est d'ailleurs pas constante.

Dans les échantillons de la forme B (fig. 37), on trouve constamment, au lieu du sphincter, une *membrane cribriforme*, ou plutôt un réseau cellulaire à mailles plus ou moins égales, qui s'étend horizontalement à travers la cavité gastrale (fig. 42, A, *m. c.*).

Chez la forme A, enfin, on trouve une condition bien remarquable. Le rebord osculaire est relativement long, sans sphincter ou membrane cribriforme; mais toute la cavité gastrale non seulement dans le tube osculaire, mais aussi partout dans le système tubaire, est traversée par un réseau semblable à celui qui compose la membrane cribriforme et est formé par les mêmes éléments, un *réseau endogastral*, qui s'étend dans toutes les directions à l'intérieur des tubes (fig. 42, C, *r.*).

Le sphincter et la membrane cribriforme, quoique d'apparence très différente, sont en réalité la même chose. On trouve souvent des transitions entre les deux, c'est-à-dire une membrane avec un grand trou central, ou un sphincter avec des perforations.

On verra plus tard qu'ils sont composés des mêmes éléments histologiques.

Le sphincter se ferme par contraction comme un iris, et la membrane cribriforme par la disparition de chaque trou ou maille du réseau. Dans l'état contracté on ne peut plus les distinguer, car ils se présentent alors sous la forme d'une cloison qui ferme complètement l'orifice osculaire.

Le réseau endogastral peut être considéré comme une membrane cribriforme très développée, qui traverse toute la cavité gastrale; ou bien, en se plaçant à un point de vue inverse, on peut regarder la membrane cribriforme comme un réseau endogastral restreint au rebord osculaire et qui ne s'étend que dans le

plan horizontal. Ce réseau exerce probablement une fonction de soutien aussi bien que de contractilité, et aide à rendre plus dures et résistantes encore les colonies incrustantes[1].

2° *Structure intime de la paroi.* — Pour étudier l'histologie, il vaut mieux commencer par l'examen de la paroi près du rebord osculaire. Une préparation de cette région, vue par la face interne (fig. 43), montre, d'un coup d'œil, toute la structure de l'éponge.

On voit d'abord l'épithélium gastral formé de petites cellules à contours polygonaux, tapissant la cavité interne de l'éponge et interrompue seulement par les pores (fig. 43, *ep. g.*). Les cellules cylindriques qui composent cet épithélium contiennent chacune un noyau qui se colore très vivement, et portent à l'extrémité libre un flagellum entouré par une membrane protoplasmique, d'où leur nom de cellules à collerettes ou *choanocytes*.

Chaque pore est une perforation à travers une grande cellule très granuleuse, le porocyte, qui détermine un tube court traversant la paroi du corps.

Vers l'extérieur, une membrane très mince, située au niveau de l'épithélium dermal, s'étend à travers l'entrée du pore. Dans cette membrane se trouve une perforation, l'*orifice dermal* du pore (*or. d.*), souvent fermée par la contraction de la membrane. Vers l'intérieur, le pore débouche par une ouverture assez grande, située au niveau de l'épithélium gastral, et entourée par un bord

[1] Pour la membrane cribriforme voir Minchin, *Note on a Sieve-like Membrane*, etc. Quart. Journ. Micr. Science, n. s., XXXIII, 1892, p. 251. Pour le sphincter voir Minchin, *Oscula and Anatomy*, etc., t. c., p. 477. Pour le réseau endogastral voir figures chez Dendy, *Monograph of Victorian Sponges*, I, Trans. Roy. Soc. Victoria, III, (1), 1891, pl. VIII, fig. 2.

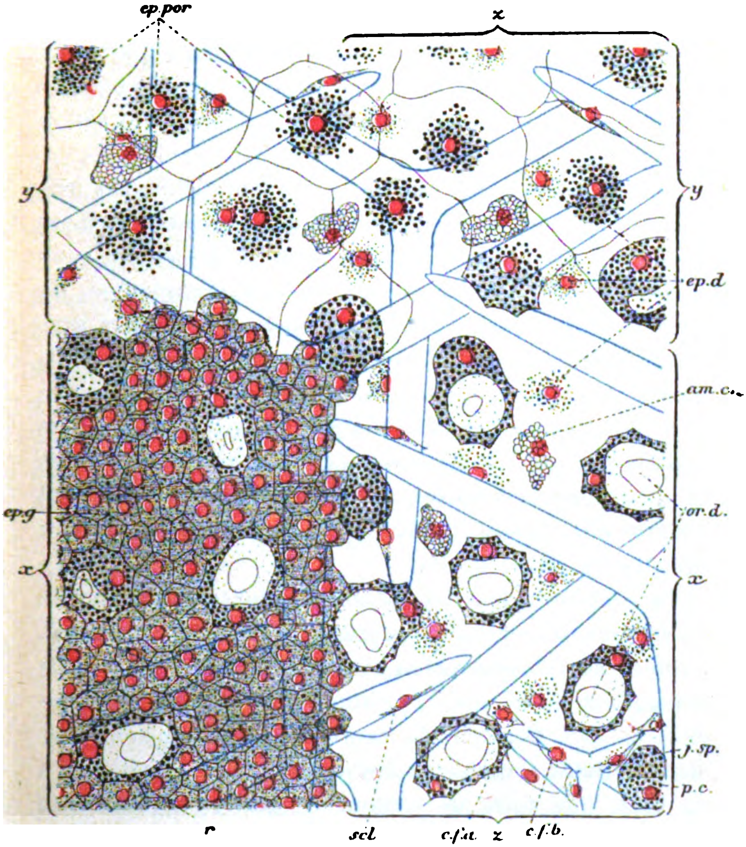


Fig. 43.

Portion de la paroi du corps, vue de la face gastrale ou interne, × 660.

La portion entre les crochets *xx* est au-dessous du rebord osculaire, et montre la structure générale des tubes ; de la partie à droite. Entre les crochets *zz*, l'épithélium gastral a été enlevée. Toute la partie à droite de la figure est donc dépourvue d'épithélium. Entre les crochets *yy* on voit le commencement du rebord osculaire, où l'épithélium gastral manque complètement, remplacée par l'épithélium granuleux des porocytes. Les spicules sont en bleu, les noyaux en rouge. — *ep.g.*, épithélium gastral. — *ep.d.*, épithélium dermal. — *or.d.*, orifices dermaux des pores. — *or.g.*, orifices gastraux des mêmes. — *p.c.*, porocyte contractée (deux sont visibles dans la préparation). — *ep.por.*, épithélium granuleux de porocytes. — *j.sp.*, jeune spicule.— *c.f.b.*, cellule formative basale. — *c.f.a.*, cellule formative apicale. — *scl.*, scléroblaste définitive du spicule.— *am. c.*, amibocytes (cinq sont représentés).

granuleux, l'*orifice gastral* (*or. g.*). Le noyau du porocyte se colore très faiblement ; son diamètre est presque le double du noyau des choanocytes, et il se trouve sur le côté du pore.

Les porocytes sont excessivement contractiles, et très souvent on trouve leurs orifices complètement fermés. Dans cette condition, les porocytes se présentent sous l'aspect de cellules compactes et très granuleuses, de taille et d'apparence assez frappantes (*p.c.*). Leurs granules sont opaques et réfringentes, d'apparence chitineuse.

Au-dessous de l'épithélium gastral, on voit les spicules triradiées, mais pour distinguer plus clairement leurs rapports avec les autres éléments histologiques, il faut enlever doucement l'épithélium gastral avec un pinceau très fin (fig. 43, à droite).

On voit alors que les spicules, inclus dans un mastic gélatineux qui représente la plus grande partie de la paroi, portent sur chaque rayon, vers l'extrémité, une cellule allongée et fusiforme, à protoplasme clair et peu granuleux (*s. cl.*). Souvent, on trouve un jeune spicule, avec deux cellules sur chaque rayon, une cellule fusiforme à la base, une autre de contour irrégulier, à l'extrémité (*c. f. b.*, *c. f. a.*).

Entre les spicules on trouve par-ci par-là, des cellules migratrices ou *amibocytes* (*am. c.*).

Ce sont des cellules assez grandes, de forme lobée et irrégulière, et tellement bourrées de granulations nutritives que le noyau se voit à peine dans l'intérieur de la cellule.

Les amibocytes se distinguent facilement des autres

éléments par leur aspect réfringent et vitreux. Enfin, au niveau inférieur de la préparation, au-dessous des spicules, on voit une couche continue de cellules épithéliales, qui revêtent la surface externe de la paroi, l'*épithélium dermal* (*ép. d.*). Pour bien étudier cet épithélium, il faut disposer la préparation avec la surface dermale en haut.

L'épithélium dermal est formé par une couche de cellules très minces et aplaties dans l'état épanoui. Les limites des cellules sont très difficiles à voir sans traitement spécial (nitrate d'argent). Dans les préparations ordinaires, on ne voit que les noyaux assez éloignés les uns des autres ; chacun est entouré par une foule de granules tout à fait semblables aux granules des porocytes, mais d'ordinaire plus petites et moins nombreuses.

Ainsi on trouve dans la paroi de l'éponge cinq sortes de cellules :

1° L'épithélium vibratile de choanocytes ;

2° L'épithélium dermal aplati ;

3° Les cellules sur les spicules, « scléroblastes » ;

4° Les porocytes ;

5° Les amibocytes.

Ces diverses cellules sont disposées de manière à faire deux couches :

A. La couche gastrale, « l'endoderme » des auteurs, formée par l'épithélium de cellules à collerettes ;

B. La couche dermale, qui se divise en deux parties, une partie contractile, c'est-à-dire l'épithélium dermal, et les porocytes (dite ectoderme) et une partie conjonctive ou parenchymateuse : la substance gélatineuse contenant les spicules et leurs scléroblastes (dite mésoderme).

Les amibocytes, quoique logés dans la parenchyme,

doivent être considérés comme n'appartenant ni à la couche dermale, ni à la couche gastrale ; ce sont des cellules spéciales, d'origine distincte, d'où naissent les produits génitaux.

La paroi des tubes ramifiés, dont se composent les colonies de la Clathrine, montre partout la structure anatomique et histologique que nous venons de décrire, excepté dans la région du rebord osculaire.

Si l'on examine cette région par la face interne, on trouve que la couche gastrale et les pores cessent subitement, et que toutes les deux sont remplacés par un épithélium plat de grandes cellules très granuleuses, qui tapissent l'intérieur du rebord osculaire (*ép. por.*).

Les autres éléments de la paroi sont tels que nous les avons déjà signalés. En étudiant la région de transition, on trouve aussi que l'épithélium granuleux de l'intérieur passe par une série graduelle de modifications dans la couche de porocytes de la paroi générale. On peut voir, en effet, que les cellules de l'épithélium gastral, par leur prolifération et leur croissance dans une direction verticale à l'intérieur du tube osculaire, arrivent à entourer peu à peu les cellules de l'épithélium granuleux du rebord osculaire, qui deviennent en même temps plus compactes et moins étendues.

De même, les cellules épithéliales granuleuses, une fois entourées par les choanocytes, se portent vers l'extérieur à travers la paroi, et se creusent d'une perforation pour fournir les pores.

L'épithélium interne du rebord osculaire n'est, en effet, qu'un épithélium composé de porocytes, qui n'exercent leur propre fonction que lorsqu'elles se trouvent au milieu

de la couche gastrale. Ainsi le rebord osculaire n'est qu'une extension de la couche dermale, composée des mêmes éléments qu'à l'ordinaire ; il n'y a que la couche gastrale qui manque, et, en conséquence, les porocytes forment un épithélium continu qui prend sa place.

Si l'on suit maintenant l'épithélium porocytaire du rebord osculaire vers le bord de l'oscule, on trouve qu'à mesure que l'on s'éloigne de la couche gastrale, les cellules deviennent d'autant moins granuleuses et plus petites.

Au bord de l'oscule, enfin, l'épithélium interne passe directement dans l'épithélium externe, de manière qu'on ne peut indiquer aucun point défini où l'on puisse dire que l'épithélium dermal ordinaire devient l'épithélium porocytaire.

Dans leur modification graduelle, les cellules de l'épithélium dermal grossissent ; les granules deviennent plus grands et plus nombreux, et le noyau devient plus grand et se colore beaucoup plus faiblement.

Toutes ces dispositions histologiques que nous venons de décrire se montrent très bien sur les coupes.

Il faut étudier surtout des coupes verticales (longitudinales) passant par le tube osculaire. Si l'échantillon est bien épanoui, on voit dans la région du rebord osculaire les dispositions telles que nous le montre la figure 44 ; à l'extérieur, l'épithélium de la couche dermale (*ep. d.*) ; à l'intérieur, l'épithélium cylindrique des cellules à collerette. Tous deux sont interrompus par les pores, sauf dans le rebord osculaire, où l'on voit à l'intérieur l'épithélium granuleux des porocytes (*ep. por.*).

Le sphincter, ou la membrane cribriforme, quand il s'en

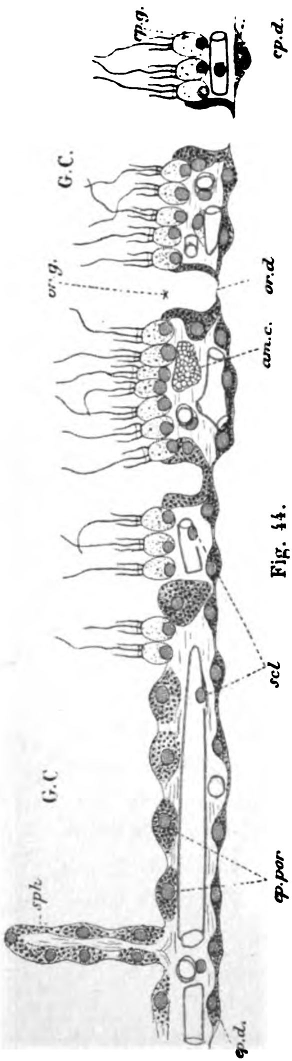


Fig. 44.

Coupe verticale de la paroi d'un tube osculaire, montrant le commencement du rebord osculaire, × 300.

sph. sphincter (ou bien membrane cribriforme). — G.C. Cavité gastrale. Les autres lettres, comme dans la figure 43.

trouve dans l'éponge, est formé entièrement par l'épithélium porocytaire, avec un peu du mastic gélatineux, et quelquefois entre les deux une amibocyte (fig. 44, *sph.*).

Le réseau endogastral est aussi formé par des porocytes entourant un filament central, qui se colore dans les préparations comme le mastic (fig. 46, *r. e.*). La paroi de l'éponge entre les deux couches épithéliales est composée de la substance gélatineuse avec les spicules et les scléroblastes (*s. cl.*), couche conjonctive, et contient les amibocytes.

Les échantillons parfaitement épanouis sont difficiles à trouver; le plus souvent on ramasse des éponges plus ou moins contractées.

Selon le degré de contraction, l'éponge montre des modifications successives, dont l'étude se fait mieux par la méthode de coupes. Dans le procédé de contraction l'épithélium dermal et les porocytes jouent le rôle d'éléments actifs, tandis que les choanocytes

et le système conjonctif subissent des modications passives.

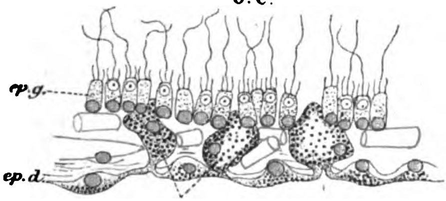


Fig. 45.

Coupe de la paroi dans la condition un peu contractée.

Lettres comme dans la figure 43, × 500.

Lorsque la contraction n'est pas très forte (fig. 45), on trouve d'abord les pores fermés, et les porocytes en forme de grandes cellules granuleuses avec une cavité à l'intérieur, logées dans la paroi *au-dessous* (vers le côté extérieur) de l'épithélium gastral (*p. c.*).

Les choanocytes (*ep. g.*), sont comprimées l'une contre l'autre, de sorte qu'elles prennent une forme plus étroite et allongée, avec une collerette très courte.

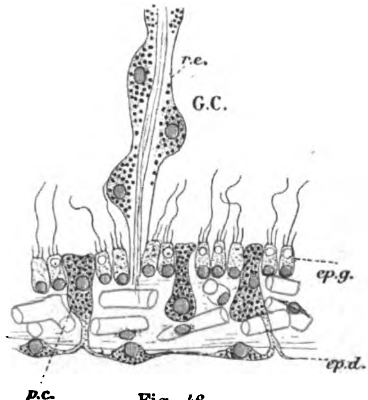


Fig. 46.

Coupe de la paroi d'une colonie incrustante, plus contractée que la précédente.

r.e. réseau endogastral, × 500.

Dans l'épithélium dermal (*ep. d.*), les cellules commencent à perdre la forme aplatie ; les granules s'amassent sur le noyau qui se déplace vers l'intérieur.

Quand la contraction va plus loin (fig. 46), les porocytes (*p. c.*) se ferment complètement, et quittant la couche conjonctive,

passent entre les cellules à collerettes (*ep. g.*). L'épithélium dermal (*ep. d.*) continue les modifications déjà décrites, de sorte que les cellules perdent de plus en plus leur forme aplatie et prennent l'aspect d'une série de petits champignons. La paroi du corps devient plus épaisse et les spicules se disposent en plusieurs rangs.

Dans l'état de contraction excessive, comme celui que l'on rencontre dans les *colonies coriaces* (fig. 47), les choanocytes sont

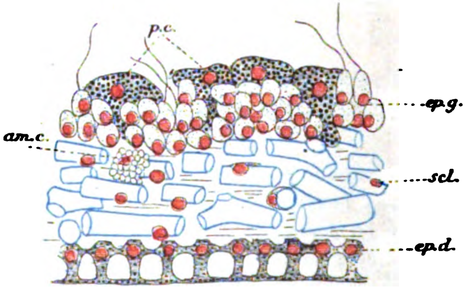


Fig. 47.
Coupe de la paroi d'un échantillon très contracté (forme coriace), ×500.

tassées les unes sur les autres et se disposent en plusieurs couches. On ne trouve plus les collerettes, mais quand l'extrémité de la cellule est libre, on remarque encore le flagellum.

La plupart des porocytes passent à l'intérieur, et arrivent souvent à former un épithélium granuleux, dont les cellules sont, pour ainsi dire, perchées sur les têtes des choanocytes, et forment un revêtement plus ou moins continu de la cavité gastrale (*p. c.*).

La paroi du corps est très épaisse et contient plusieurs rangs de spicules. Les cellules de l'épithélium dermal ont tout à fait la forme de champignons (*ep. d.*) ; le noyau est entouré par une petite quantité de cytoplasma d'où s'élève vers l'extérieur une tige, une sorte de cou, soutenant un disque en forme de plaque granuleuse, qui se joint avec les disques voisins pour former une espèce de cuticule externe.

Lorsque la contraction atteint sa limite, la cavité gastrale

disparait complètement, et les tubes deviennent tout à fait solides, remplis d'une masse de petites cellules arrondies qui ne sont que les choanocytes; vers le centre on remarque les porocytes, qui se présentent souvent comme un axe granuleux traversant la longueur du tube.

Quand une éponge contractée s'épanouit de nouveau, les cellules parcourent tous ces stades dans l'ordre renversé et toutes les figures que nous venons de décrire pourraient s'appliquer aussi bien à des éponges en train de s'épanouir.

Cytologie. — 1° *Choanocytes.* — Les cellules à collerettes méritent une attention toute particulière, à cause de leur ressemblance frappante avec les infusoires dits *Choanoflagellées*, ressemblance qui fait que plusieurs auteurs considèrent les éponges comme des colonies de ces Protozoaires, ou recherchent au moins pour elles des ancêtres parmi les choanoflagellées [1].

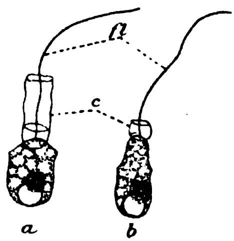


Fig. 48.
Choanocytes de la Clathrine coriace, ×1000.
a, dans l'état d'épanouissement complet. — *b*, contracté.

Les choanocytes (fig. 48) sont des cellules cylindriques, qui portent à leur extrémité libre un flagellum vibratile (*fl.*), entouré par une délicate membrane (*c.*), ou collerette — plutôt une crinoline — protoplasmique en forme de tube ou de cylindre creux.

Le flagellum est très long et cylindrique.

La collerette est très rétractile, mais à peu près de la

[1] Pour ces théories voir un mémoire de l'auteur, *The Position of Sponges in the Animal Kingdom*, Science Progress, n. s., I, juillet 1897.

même longueur que la cellule, dans la condition d'épanouissement. Elle est soutenue par un cerceau ou épaississement annulaire près de la base.

Le protoplasma de la cellule est très vacuolé. souvent avec une vacuole plus grande à la base du flagellum ; mais il n'est point du tout certain que la cellule contienne des vacuoles contractiles, comme on l'a souvent affirmé.

Le noyau se trouve toujours à la base de la cellule dans le genre Clathrina, sauf dans le cas où la cellule se prépare pour la division, car, dans ce cas, il se déplace vers l'extrémité supérieure, et se trouve près du point d'origine du flagellum. Cette *position terminale* du noyau n'est que transitoire chez la Clathrine. On la constate, cependant dans sa larve et dans la larve et l'adulte du genre voisin, *Leucosolenia*, et elle représente peut-être une condition plus primitive que la *position basale*.

La division nucléaire et cellulaire des choanocytes n'a pas été étudiée.

2° *Porocytes.* — Nous avons déjà décrit l'apparence, la fonction et la contraction des porocytes, et leur origine au rebord osculaire.

Il faut seulement ajouter que pendant la croissance de l'éponge, on trouve partout dans le système tubaire des porocytes en train de se différencier de l'épithélium dermal, et surtout aux extrémités des diverticules aveugles ;

Dans ce cas, les porocytes dérivent de l'épithélium par la voie directe de l'immigration. Une cellule de l'épithélium externe subit les mêmes modifications que nous avons suivies dans le rebord osculaire ; elle se grossit fortement, les granules deviennent plus grands et plus

nombreux. Lorsqu'elle est mûre, elle se pousse, pour ainsi dire, vers l'épithélium gastral et forme un pore, en écartant les cellules à collerettes.

Les porocytes ont reçu des interprétations très diverses dans la littérature. La plupart des auteurs ne les ont vus que dans l'état contracté, c'est-à-dire en forme de cellules très compactes et granuleuses. Ainsi Hæckel parait les avoir confondus avec les masses spermatiques; Kent les considérait comme « masses sporulaires »; Metschnikoff les appelait cellules granuleuses (« Körnerzellen ») mésodermiques, et croyait que les spicules triradiés prenaient leur origine dans ces cellules, ce qui est une erreur d'interprétation; Dendy croyait qu'il avait affaire à des algues symbiotiques; Lendenfeld les a considérées tantôt comme algues symbiotiques, tantôt comme cellules mères des choanocytes; moi, je les confondais d'abord dans l'état contracté avec les amibocytes; Topsent, en corrigeant cette erreur, appelait ces éléments « cellules sphéruleuses du mésoderme », et leur attribuait le rôle de réserves nutritives, ce qui est peut-être vrai; Bidder, enfin, le premier, qui les a reconnus dans l'état contracté comme porocytes, croyait les avoir vus naître par modification de choanocytes, et avoir constaté chez elles une fonction d'excrétion.

Nous avons vu que les organes spéciaux de fonction contractile, tels que le sphincter ou membrane cribriforme, sont composés de porocytes, un fait qui prouve une contractilité très accentuée dans ces cellules. Dans les espèces caractérisées par des spicules à quatre rayons, c'est encore un porocyte qui sécrète le quatrième rayon ou « rayon gastral » et le soude au système basal triradié, formé par avance comme d'ordinaire (voy. plus bas); les spicules quadriradiés sont en effet des corps composés, d'origine double.

3° *Scléroblastes.* — Chaque spicule triradiée doit son origine à trois cellules mères, qui proviennent directement de l'épithélium par immigration. Chacune de ces trois

cellules a à sa charge, pour ainsi dire, un rayon du spicule, on peut donc les appeler les *actinoblastes*.

Les trois actinoblastes se rapprochent et se touchent, de manière à former une figure de trèfle (fig. 49, *a*). Puis chaque actinoblaste se divise en deux cellules formatives, disposées de manière que l'une, la cellule formative externe, se place vers la surface dermale, et l'autre, la

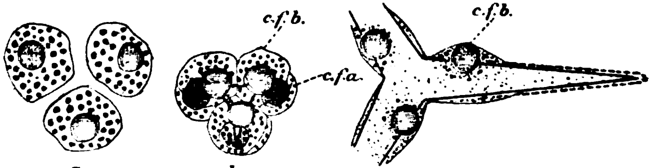


Fig. 49.
Formation des spicules, × 1000.

a, stade des trois actinoblastes ou *trio*; — *b*, stade de *sextette* avec le petit spicule. — *c*, stade après la disparition des cellules formatives apicales. (Voir aussi figure 43 *j. sp.* et *scl.*)

cellule formative interne, vers la surface gastrale de la paroi. Il en résulte deux trèfles superposés.

Les rayons du spicule apparaissent avant que la division des cellules soit complète, un rayon entre chaque paire de noyaux (fig. 49, *b*).

Lorsque la longueur des rayons dépasse le diamètre des cellules formatives, la cellule interne se trouve comme empalée sur la pointe du rayon, et prend une forme irrégulière, tandis que la cellule formative externe reste à la base du rayon et se présente comme une cellule fusiforme (fig. 43, *j. sp.*).

Après que le rayon a atteint une certaine longueur — c'est un point très variable du développement — la cellule

apicale disparaît; on ne sait où, mais, probablement, elle se fond dans l'épithélium dermal. A partir de ce moment, la cellule basale complète le rayon toute seule; après avoir sécrété le rayon à sa base et lui avoir donné son épaisseur définitive (fig. 49, *c*), elle se déplace lentement vers l'extrémité où elle se trouve dans le spicule parfait (fig. 43, *scl.*). Pendant cette migration, elle construit le rayon et lui donne son épaisseur et longueur définitive.

Les scléroblastes ou cellules formatives sont au commencement très granuleuses, comme les cellules de l'épithélium dermal. Pendant le développement du spicule, les scléroblastes perdent peu à peu leurs granules et leurs noyaux diminuent de taille. Le scléroblaste sur le spicule complet est très clair et ne contient que des granulations très fines; il dérive, en résumé, de la cellule formative basale, qui n'est que la cellule formative externe, une des deux cellules filles de l'actinoblaste primitif, provenant de l'épithélium dermal.

Les spicules sont composés de calcite et chaque spicule réagit optiquement comme un simple individu cristallin. Ils sont enveloppés dans une gaine organique sans structure, dont la substance paraît être identique au mastic gélatineux de la paroi; on les voit très clairement après décalcification. On a beaucoup discuté si le spicule contient un filament organique axial ou non; Ebner nie son existence, affirmée par Hæckel et Sollas, et on peut le démontrer très nettement par la coloration avec la nigrosine et l'acide picrique[1].

[1] Pour la structure et les caractères physiques des spicules calcaires, voy. Ebner, *Ueber den feineren Bau*, etc., Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien (Vienne), I Abth. XCV (1887), p. 55-149, pl. I-IV, et ses références bibliographiques; Bidder, *The Skeleton*, etc., *of calcareous sponges*, Proc. Roy. Soc. 64 (1898), p. 61-78.

Metschnikoff a vu les stades de la formation des spicules, tels que la figure 49 *b*, mais croyait que les six cellules n'étaient qu'une seule cellule mère, qu'il confondait avec les porocytes. Il les étudiait sur le vivant seulement. Tout ce qu'on trouve chez les autres auteurs à propos de la formation des spicules calcaires n'est que de la spéculation théorique et n'est pas fondé sur l'observation.

4° *Épithélium dermal.* — Cet épithélium est la partie la plus ancienne de la couche dermale, la couche dont naissent continuellement les porocytes et les cellules du système conjonctif. Ce qui reste après la séparation de ces deux systèmes devient dans la Clathrine le système contractile ou neuro-musculaire de l'épithélium dermal, mais dans le genre voisin, *Leucosolenia*, chaque cellule de l'épithélium dermal sécrète un spicule monaxone et n'est point contractile. Chez ce dernier, il n'y a que les porocytes qui se contractent.

Nous avons déjà décrit les changements de forme montrés par ces cellules par suite de leur contraction. Il ne reste qu'à constater que des cils vibratiles manquent complètement chez ces cellules.

5° *Amibocytes.* — Nous touchons maintenant à un point sur lequel il reste encore beaucoup à étudier. On peut dire seulement que, outre les grands amibocytes granuleux de fonction probablement nutritive, que nous avons déjà signalés, il y a encore des amibocytes clairs, de taille très variable, et enfin des amibocytes excessivement minuscules, à peine visibles qu'avec les forts

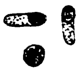


Fig. 50. Trois amibocytes minuscules, × 1000.

grossissements (fig. 50). Sur les rapports entre les trois sortes de cellules on ne peut dire rien de certain.

GRANULES DE LA COUCHE DERMALE. — Nous avons vu que toutes les cellules de la couche dermale proprement dite, l'épithélium, les porocytes et les jeunes scléroblastes, sont remplies de granules très réfringents, qui atteignent leur maximum dans les porocytes. Nous avons remarqué aussi que la couleur de l'éponge vivante dépend de la couleur de ces granules, que l'on trouve aussi quelquefois dans les choanocytes, au nombre de trois ou quatre dans chaque cellule, mais jamais, à ce qu'il semble, dans les amibocytes; chez ces derniers les granules sont d'un caractère fort différent.

Des théories très diverse ont été émises par les auteurs à propos des fonctions de ces granules. Quelquefois ils manquent, presque complètement ; on trouve des échantillons qui ne présentent que des granulations très fines dans les cellules de la couche dermale, et presque point de gros granules. Il est évident que la variation des granules dépend de l'état physiologique de l'éponge, mais on ne peut dire presque rien de plus sur ce point[1].

CELLULES GÉNITALES — L'oogenèse et la spermatogenèse

[1] L'histologie des Ascones est très embrouillée, comme nous avons déjà vu, par exemple, dans le cas des porocytes. On peut consulter les œuvres suivantes : Lieberkühn, *Beiträge z. Anatomie d. Kalkspongien*, Arch. fr. Anat. u. Physiol., 1865, p. 732-748, pl. XIX; Metschnikoff, *Spongiologische Studien II*, Zeitschr. fr. wiss. Zool., XXXII, 1879, p. 358-369, pl. XXII ; Dendy, *Monograph o. t. Victorian Sponges I*, Trans. Roy. Soc. Victoria III, p. 1-81, pl. I-XI ; Fopsent, *Notes histologiques a. s. d. Leucosolenia coriacea*, Bull. soc. zool. France, XVII, 5 (1892), p. 125-129 ; Minchin, *Some Points, i. t. Histology o. Leucosolenia clathrus*, Zool. Anzeiger, XV (1892), p. 179-184 ; *Materials for a Monograph of the Ascons*, I, Quart Journ. Micr. Sci. n. s. XL, p. 469, pl. XXXVIII-XLII.

On ne peut recommander aux étudiants à propos de l'histologie ni la grosse monographie de Haeckel (*Die Kalkschwämme*, 3 vol., Berlin, 1872) ni celle de Lendenfeld sur les éponges calcaires de l'Adriatique (Zeitschr. fr. w. Zool., LIII, 1891, p. 185-321 et p. 361-433, pl. VIII-XV).

chez les Acones n'est point connue. On croit que les cellules génitales dérivent des amibocytes, mais leur histoire reste à étudier[1].

Embryogénie. — Les larves de la Clathrine coriace

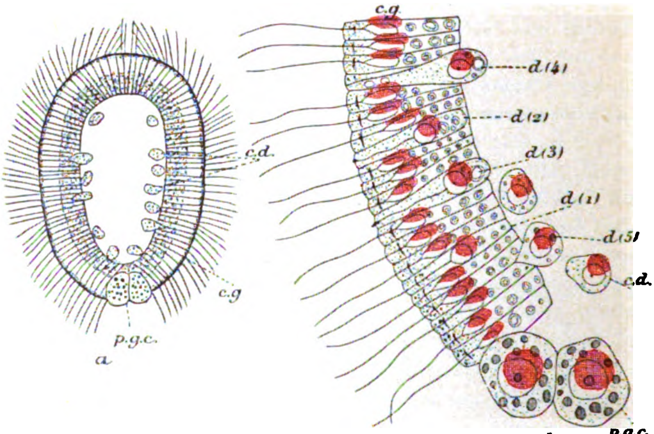


Fig. 51.

La larve de la Clathrine blanche.

a, la larve vivante en coupe optique, × 300 à peu près. — *b*, portion d'une coupe longitudinale près du pôle postérieur, × 1000.— *c.g*, cellules flagellées (gastrales).— *c.d*, cellules de la masse interne (cellules dermales). — *d*(1) — *d*(5) cinq stades dans la modification et l'immigration d'une cellule flagellée. — *p.g.c*, cellules granuleuses postérieures. Les cellules vibratiles contiennent des fines granules *cyanophiles* à l'extérieur du noyau et des grosses granules *fuchsinophiles*, probablement vitellines à l'intérieur ; ces dernières disparaissent après l'immigration.

sont émises à Roscoff à la fin d'août ou au commencement de septembre. Cette espèce n'a pas été étudiée

[1] La spermatogenèse d'une éponge calcaire (*Sycandra raphanus*) a été décrite par Poléjaeff, *Ueber das Sperma*, etc., Sitz. ber. Akad. d. Wiss. Wien, LXXXVI, Abth. 1, p. 276 (1882). Fiedler a suivi l'oogenèse et spermatogenèse chez la Spongille, *Ueber Ei und Spermabildung*, etc., Zeitschr. f. w. Zool., XLVII (1888), p. 85-128, pl. XI-XII. Voir ce dernier pour la littérature.

encore ; comme type, nous prendrons l'espèce voisine, *Clathrina blanca*, **MM.**, dont l'on trouve abondamment les larves à Banyuls au mois de mai.

L'œuf se segmente régulièrement et la larva sort au stade blastula. Elle est de forme ovale, avec une grande cavité dont la paroi est composée d'une simple couche d'épithélium cylindrique flagellée, sauf au pôle postérieur, où l'on trouve deux grandes cellules granuleuses, de forme arrondie. Ces derniers ne sont probablement que des blastomères de l'œuf, restés dans un état non différencié.

Pendant la vie larvaire libre, qui dure dans cette espèce à peu près vingt-quatre heures, une masse interne de cellules se forme par immigration des cellules flagellées (fig. 51, *a*). On voit partout dans la paroi de la cavité des cellules vibratiles qui éprouvent les modifications suivantes; le flagellum se rétracte ; le noyau devient plus grand et de forme arrondie, et sa structure intime change ; enfin la cellule devient amiboïde et se déplace vers la cavité interne (fig. 51, *b*, *d* (1) — *d* (5).

A la fin de la vie larvaire, la cavité est remplie de cellules différenciées de cette manière.

La larve prête à se fixer est composée des couches suivantes[1] :

1° La couche vibratile de cellules restées dans leur état primitif, la future couche gastrale ;

2° La masse interne de cellules immigrées, la future couche dermale ;

3° Les deux grandes cellules granuleuses postérieures, mères des amibocytes de l'adulte.

La larve se fixe par le pôle antérieur et perd complète-

ment sa forme, en devenant une petite plaque solide et très aplatie, rappelant l'apparence d'une amibe. Le bord est très mince et, pendant la métamorphose, émet souvent des pseudopodies.

Après la fixation les couches de la larve changent complètement de position. La couche ciliée passe à l'intérieur, tandis que les cellules de la masse interne de la larve

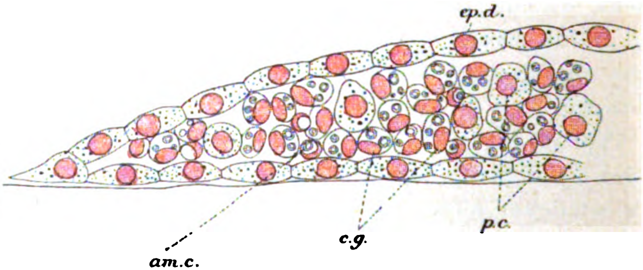


Fig. 52.
Coupe d'un embryon à la fin de la métamorphose, × 1000.
am.c., amœbocytes. — *p.c.*, porocytes.

émigrent à l'extérieur pour devenir l'épithélium dermal (fig. 52, *c. g.*, *ep. d.*). Quelques-unes seulement des cellules dermales restent à l'intérieur; ce sont les premiers porocytes.

En même temps les deux cellules granuleuses postérieures se multiplient pour former une grande quantité de cellules minuscules, d'aspect bizarre, qui se répandent dans tout le corps (fig. 52, *am. c.*), quelquefois même avant la fixation de la larve.

L'embryon à la fin de la métamorphose (quelques heures après la fixation) est composée :

1° D'un épithélium aplati externe (*ep. d.*);

2° D'une masse compacte interne de cellules gastrales (*c. g.*), au centre desquelles on trouve ;

3° Les porocytes (*p. c.*), tandis que partout dans l'embryon ;

4° Se trouvent les petites amibocytes (*am. c.*).

Pendant les quatre jours suivants l'histogenèse se fait exactement comme chez l'adulte. Les spicules sont sécrétées par les scléroblastes, filles des actinoblastes qui immigrent de l'épithélium dermal.

Dans le centre les cellules s'écartent pour former une cavité, entourée d'abord par les porocytes, mais plus tard par l'épithélium gastral, dont les cellules se disposent à la fin en une simple couche et prennent leur forme définitive, tandis que les porocytes émigrent vers l'extérieur, pour former les pores.

La cavité se forme, en effet, tout à fait comme chez l'adulte dans les échantillons contractés qui s'épanouissent, et pour arriver à comprendre le stade compact qui résulte de la métamorphose, il faut le comparer à un échantillon adulte contracté.

L'oscule se forme au cinquième jour et la jeune éponge commence à se nourrir et à croître.

Chez les autres espèces on observe une série de modifications progressives dans les larves, qui nous conduisent d'une larve *parenchymella*, telle que nous venons de décrire, jusqu'à une *amphiblastula*, type bien connu chez les Sycones. *Clathrina coriacea* ne parait avoir qu'une seule cellule granuleuse postérieure ; *Cl. contorta* en a quatre, comme aussi *Ascandra falcata*. Chez *Cl. cerebrum* et *Cl. reticulum* les cellules granuleuses postérieures manquent complètement, mais la cavité de la larve contient une masse de petits amibocytes ; chez ces deux espèces en effet les cellules granuleuses postérieures

se sont multipliées avant le stade larvaire comme elles le font chez *blanca* après, ou même pendant ce stade. Chez *cerebrum* l'immigration des cellules flagellées pour fournir la couche dermale, se fait à n'importe quel point de la larve ; mais chez *reticulum*, l'immigration se fait seulement au pôle postérieur.

D'une larve comme celle de *reticulum*, avec les amibocytes placés à l'intérieur, et avec immigration au pôle postérieur, la transition aux amphiblastules est très simple. On n'a qu'à imaginer que chez une larve ainsi caractérisée la cavité interne devient très petite, et se remplit complètement à l'aide des amibocytes.

Alors les cellules flagellées qui se modifient au pôle postérieur doivent rester en place, puisqu'elles ne peuvent entrer dans la cavité qui, *par hypothèse*, n'existe plus. Il en résulte une *masse postérieure* de futures cellules dermales sans cils, homologue à la *masse interne* d'une larve parenchymelle. Une larve de cette forme se trouve en effet chez le genre *Leucosolenia* et chez la plupart des *Heterocœla*.

Dans l'amphiblastule de *Leucosolenia* on trouve au pôle antérieur des cellules flagellées, homologues à celles de la parenchymelle de *Clathrina ;* au pôle postérieur des cellules arrondies sans cils, homologues à la masse interne de *Clathrina*, et formées de même manière par modifications des cellules flagellées ; entre les deux une zone de cellules flagellées intermédiaires en train de se modifier, et enfin, au centre, les cellules granuleuses qui représentent les amibocytes.

Il résulte de tout ça que les cellules non ciliées au pôle postérieur de l'amphiblastule n'ont rien à faire avec les cellules granuleuses postérieures de la parenchymelle, quand il s'en trouve [1].

[1] L'embryogénie des Ascones est aussi embrouillée dans la littérature que l'histologie. L'auteur a décrit récemment le développement de *Leucosolenia* (*Proc. Roy. Soc.*, vol. LX, 1895, p. 42), mais sans reconnaître la vraie signification des *cellules centrales* (amibocytes). La larve de la Clathrine blanche a été vue, mais mal interprétée, par Metschnikoff (*Spongiologische Studien*, III, cité plus haut). Il confondait les cellules granuleuses postérieures avec les

SCHÉMA DES TYPES LARVAIRES DES ASCONES

I. Cavité centrale grande (parenchymella).

A. Les cellules granuleuses, mères des amibocytes, font saillie au pôle postérieur; immigration toujours multipolaire.

Blanca (2 *p. q. c.*). *Coriacea* (1 *p. g. c.*).*Contorta* (4 *p. g. c.*). *Falcata* (4 *p. g. c.*).

B. Les amibocytes sont placés à l'intérieur de la larve.

α. Immigration multipolaire.

Cerebrum.

β. Immigration ou modification de cellules flagellées restreinte au pôle postérieur.

Reticulum.

II. Cavité centrale petite (amphiblastula); autres caractères comme B β.

Genre *Leucosolenia* et les Sycones.

Méthodes pour l'étude anatomique et histologique. — Pour avoir de bonnes préparations de la Clathrine, la chose la plus importante, ce n'est pas le liquide fixateur ni les méthodes de coloration ; c'est de conserver les éponges aussi fraîches que possible.

Il ne faut jamais faire des préparations des Clathrines vivantes, ou plutôt mourantes, dans le laboratoire, mais il faut les fixer au bord de la mer, au moment de la récolte.

Quand on va chercher des Ascones on doit prendre sur soi les réactifs, pour les conserver. Même avec ces précautions, la plupart des échantillons trouvés sur la plage sont plus ou moins contractés.

Le meilleur fixateur les Ascones pour l'étude de la forme

cellules immigrantes de la couche ciliée, et n'a pas compris que les deux couches principales de la larve changent de place l'une avec l'autre dans la métamorphose.

extérieure et de la systématique, est l'*alcool absolu*, et pour l'histologie générale, l'*acide osmique*. Pour le premier, les échantillons doivent être suspendus par une ficelle dans les couches supérieures du liquide ; on change l'alcool après un quart d'heure, et encore après trois ou quatre heures. Les éponges ainsi conservées sont très bonnes pour les musées ou collections, ou pour l'étude de l'anatomie générale.

L'acide osmique s'emploie dans une solution de 1 p. 100, mélangé avec un volume égal d'eau de mer au moment de la récolte. Les éponges ne doivent pas rester plus de cinq minutes dans le liquide ; après quoi, on les lave à l'eau distillée et on les met directement dans le picrocarmin de Ranvier pendant une ou deux heures.

Après la coloration on lave l'échantillon à l'eau distillée, et l'on peut ensuite diviser la préparation en deux parties, l'une que l'on place dans la glycérine, pour étudier la paroi vue de la surface, et l'autre dans l'alcool pour en faire des inclusions pour les coupes.

Pour voir les détails fins de l'histologie sur les coupes, il vaut mieux enlever les spicules, ce qu'on fait très bien en ajoutant quelques gouttes d'acide chlorhydrique dilué dans l'alcool qui contient l'éponge déjà colorée. La coloration avec le picro-carmin n'est point détruite par l'acide faible. Pour obtenir les meilleurs résultats avec le picro-carmin, on doit toujours l'employer avant que l'échantillon n'ait passé dans l'alcool.

Pour opérer sur les coupes après cette première coloration, une coloration additionnelle très bonne est fournie par le mélange suivant :

Solution de *nigrosine*, 1 p. 100 dans l'eau.	1	partie
Solution concentrée de l'*acide picrique*, dans l'eau.	9	—

Les coupes collées sur le porte-objet sont maintenues pendant

cinq minutes dans ce mélange ; on les lave après à l'eau distillée et les fait passer par l'alcool et le xylol dans le baume de Canada.

Par cette méthode, les noyaux restent colorés en rouge par le picro-carmin ; le cytoplasme se colore en jaune ou jaune verdâtre par l'acide picrique, sauf dans le cas des amibocytes granuleux, qui se colorent en vert ; la mastic gélatineux se colore en bleu ; les gaines et les filaments axiaux des spicules, et le filament axial du réseau endogastral, en bleu très foncé.

Cette méthode est très bonne pour l'étude générale histologique et surtout pour les fins détails cytoplasmiques, tels que le flagellum ou la collerette ; mais la structure intime des noyaux (réseau chromatique) n'est pas très bien montrée.

Pour atteindre ce but, le meilleur fixateur est le *liquide de Flemming*, suivi par les *colorants anilinés;* mais ce liquide est désavantageux en ce qu'il dissout très rapidement les spicules, avec un dégagement violent de gaz qui nuit mécaniquement aux tissus. On ne peut avoir tout à la fois! C'est par la combinaison de méthodes diverses qu'on arrive à la vérité, par élimination des erreurs qui résultent de chaque procédé.

Le meilleur réactif pour les larves et les jeunes stades fixés est certainement le liquide de Flemming.

Pour obtenir les spicules isolés, le meilleur moyen c'est de dissoudre les tissus de l'éponge avec l'*eau de javelle.*

CHAPITRE VI

ÉPONGES SILICEUSES

Par E. TOPSENT
Professeur d'Histoire naturelle à l'École de Médecine de Rennes.

CLIONA CELATA (Grant, 1826)

Place de la Clione dans la systématique. — Pour l'indiquer avec quelque précision, il est nécessaire de retracer dans ses grandes lignes le tableau de la classification des Spongiaires :

EMBRANCHEMENT DES SPONGIAIRES OU PORIFÈRES

I.	Classe Calcarea. . . .	Ordre *Dialytina*. — *Lithonina*.
II.	— Demospongida .	— *Tetractinellida*. — *Carnosa*. — *Monoxonida*. — *Monoceratina*.
III.	— Triaxonia . . .	S. Cl. *Hexactinellida*. — *Hexaceratina*.

puis de rappeler les principales divisions de l'ordre des *Monaxonida* :

S. O. *Halichondrina*.	
— *Hadromerina*	Section *Aciculida*. — *Clavulida* (fam. *Clionidæ*, etc.).

Cela posé, on peut définir la *Cliona celata* une éponge siliceuse marine, représentant, dans l'ordre des *Monaxonida*, sous-ordre *Hadromerina*, section *Clavulida*, d'une famille (*Clionidæ*) dont tous les membres, répartis en les quatre genres *Cliona* Grant, *Thoosa* Hancock, *Dotona* Carter et *Alectona* Carter, jouissent de la curieuse propriété de se creuser une demeure dans l'épaisseur des coquilles et des polypiers et dans les roches calcaires.

C'est, comme pour la plupart des éponges, d'après son squelette qu'on a reconnu ses affinités et marqué son rang dans les systèmes les moins artificiels. Il se compose de spicules de nature siliceuse dont les principaux ou *mégasclères* sont *monaxiaux*, ou à un seul axe, et *monactinaux*, ou à une seule pointe effilée, leur autre extrémité se renflant en une sorte de tête, arrondie, elliptique ou lobée. Les spicules ainsi constitués portent le nom de *tylostyles* (fig. 54, A).

Les autres spicules qu'on peut rencontrer dans les éponges du genre *Cliona*, et dont nous aurons à nous occuper précisément à propos de *C. celata*, sont : 1° des *oxes* ou spicules plus ou moins fusiformes, doucement courbés en leur milieu et pointus aux deux bouts ; c'est une seconde sorte de mégasclères répandue dans les Monaxonides, mais ne jouant ordinairement chez les Clavulides qu'un rôle accessoire ; 2° des *spirasters* (fig. 54 C), spicules très petits, bâtonnets spiralés plus ou moins couverts d'épines, qu'on peut regarder comme dérivant d'une forme en étoile régulière. Leur taille exiguë leur fait donner, ainsi qu'à tous les petits organites qui, leur ressemblant de près ou de loin, affectent leur position dans le corps des autres Spongiaires, le nom général de *microsclères*.

Tandis que les mégasclères sont les grandes formes de spicules, celles à qui revient toujours le rôle principal dans la constitution de la charpente squelettique, les microsclères sont les petites formes de spicules, qui quelquefois jouent d'une manière évidente un rôle protecteur, mais qui, bien souvent

aussi, n'apparaissent que comme des ornements dont la véritable signification échappe.

Ces microsclères sont ici intéressants à considérer parce que, comme ils sont présents chez un grand nombre de Tétractinellides, ils font naître l'idée que les *Clionidæ* ne s'écartent pas naturellement beaucoup de ce groupe. Une autre preuve qu'elles s'y rattachent phylogénétiquement se trouve d'ailleurs dans les tylostyles, qui correspondent aux *triænes* ou mégasclères caractéristiques des *Tetractinellida ;* ces tylostyles seraient, comme les triænes, des mégasclères à quatre rayons, mais dont un seul rayon se développerait, pour former la tige du spicule, les trois autres concourant tous, par atrophie, à en constituer la tête.

Connaissant le sens des mots *tylostyle*, *oxe* et *spiraster* et la portée des termes plus généraux *mégasclères* et *microsclères*, on interprétera maintenant aisément la diagnose qui permet de séparer le genre *Cliona* des autres Clionides :

G. CLIONA Grant. — *Clionidæ*, dont la spiculation complète se compose de tylostyles et d'oxes en fait de mégasclères et de spirasters en fait de microsclères. De ces trois sortes d'éléments, une ou deux sont, dans certaines espèces, constamment frappées d'atrophie.

Ce genre comprend des espèces nombreuses (environ une trentaine connues), dont sept vivent dans les eaux françaises.

Cliona celata Grant, qui est peut-être la plus commune, et qui, en tout cas, a l'avantage de se rencontrer partout sur notre littoral, se distingue de ses congénères par plusieurs caractères, dont les deux suivants présentent le plus de fixité : ses tylostyles ont une tête bien marquée, trilobée en coupe optique, et une tige fusiforme acérée, cons-

tamment courbée à l'union du tiers antérieur et des deux tiers postérieurs ; elle emmagasine toujours dans des cellules divisées en sphérules brillantes une matière grasse, jaune pâle à l'état frais, brunâtre à l'état sec.

SYNONYMIE. — La variabilité des autres caractères de cette éponge (son volume et sa forme, les dimensions de ses papilles, la disposition de ses galeries, la composition de son squelette, la longueur de ses tylostyles, etc.) a causé bien des méprises et démesurément grossi la liste de ses synonymes.

On en compte bien une douzaine[1], parmi lesquels il faut citer *Papillina suberea* Schm. (1862), *Raphyrus Griffithsii* Bow. (1866), *Cliona linearis* Sollas (1878), comme plus particulièrement capables d'égarer l'opinion ; ils s'appliquent à certains états du développement de la Clione, fréquemment observables, mais déconcertants pour qui n'a pas fait une étude de toutes les variations dont elle est susceptible et pour qui n'en est pas prévenu.

Il est à remarquer que bon nombre d'éponges, parmi les plus communes, ont de même une synonymie compliquée ; cela résulte de la difficulté qu'on éprouve à fixer leurs caractères vraiment spécifiques et, par suite, à les déterminer.

Habitat. — La *Cliona celata* est cosmopolite ; on l'a découverte dans des coquilles provenant de presque toutes les mers. Elle abonde sur nos côtes tant océaniques que méditerranéennes, y revêtant deux aspects différents.

En général, elle se présente sous celui qui lui a valu le qualificatif *celata* choisi par Grant, c'est-à-dire que, enfon-

[1] Voir E. Topsent. *Deuxième contribution à l'étude des Clionides* (Arch. Zool. exp. et gén., 2e série, vol. IX, 1891, p. 563 et 575).

cée dans l'épaisseur d'un corps calcaire quelconque, elle passerait inaperçue sans ses papilles jaunâtres, seules visibles au dehors, par lesquelles elle est obligée de rester en communication avec l'eau ambiante. C'est là sa forme *perforante* (fig. 58, A).

Mais parfois il arrive qu'elle croît avec vigueur et que le corps qui l'abrite, criblé de toutes parts, devient insuffisant à la contenir. Alors elle déborde en certains points et, peu à peu, finit par l'englober tout entier ; telle est sa forme *massive* (fig. 53, A), sous laquelle elle est capable d'acquérir un volume considérable.

L'éponge ne devient guère massive que dans des eaux de quelque profondeur; c'est donc partout à la drague ou au chalut qu'on peut en obtenir de beaux spécimens ; comme ils ne contractent d'ordinaire aucune adhérence au fond sous-marin, ils parviennent à bord presque toujours intacts.

Les échantillons perforants sont faciles à se procurer ; il n'est presque pas de dragage sur fond coquillier qui n'en ramène quelques-uns ; ils sont surtout abondants au voisinage des huîtrières, auxquelles la Clione cause des dégâts considérables. C'est pour les ostréiculteurs un véritable fléau, connu dans certains parages sous le nom de *maladie du pain d'épices*, à cause de la couleur jaune, visible même sans briser les coquilles, sur les papilles qui font saillie à la surface. Les dragueurs d'huîtres vont jusqu'à prétendre que le parasite fait plus de tort aux huîtrières que la pêche en temps prohibé.

Dans les parcs, l'éponge poursuit ses ravages sur les huîtres qu'elle avait attaquées avant leur capture. Il est à noter cependant que les larves des Cliones ne se fixent pas sur les huîtres âgées de moins de deux ans.

Presque toutes les sortes de coquilles peuvent ainsi servir d'abri à des Cliones ; quelques-unes seulement, par exemple celles des *Gryphæa*, *Mytilus*, *Modiola*, *Donax*, etc., demeurent ordinairement indemnes. Pour la plupart, elles ne sont perforées

qu'après la mort du mollusque qui les a produites ; mais les *Ostrea* et les *Haliotis* sont attaquées vivantes ; il en est quelquefois de même des *Pecten*, en particulier de *Pecten opercularis*.

A la suite des coups de vent, la mer rejette beaucoup de coquilles perforées, mais l'éponge qui les a minées est, le plus souvent, morte depuis longtemps et ses galeries apparaissent vides ou simplement remplies de vase. Quand l'éponge est encore en place, il reste à s'assurer aux caractères exposés plus haut si l'on a bien affaire à une *Cliona celata* ou à quelque autre espèce du genre.

On peut encore, sur certaines côtes calcaires, recueillir à basse mer la Clione perforante. Le long du Calvados, elle mine les pierres de grande oolithe que les vagues ne parviennent pas à rouler ; elle s'avance ainsi sur le rivage fort au-dessus du balancement des marées de syzygie, en compagnie d'éponges littorales telles que *Halichondria panicea* et *Hymeniacidon caruncula ;* il suffit de descendre à la grève, muni d'un marteau et d'un ciseau à froid, pour en faire une récolte de choix.

Les Cliones offrent pour l'étude un autre avantage. A l'inverse de tant d'autres éponges, elles sont, à l'état perforant, faciles à conserver en aquarium ; on peut de la sorte, dans de simples cuvettes d'eau de mer, suivre longtemps le jeu de leurs orifices aquifères et constater de leur part une grande irritabilité. On est encore favorisé par ce fait que, lorsqu'on brise une pierre, ou une coquille perforée, chaque fragment de Clione un peu étendu cicatrise bientôt ses blessures et continue à vivre.

Description extérieure de l'animal. Principaux orifices (fig. 53, A). — Considérons d'abord la Clione sous sa forme massive : dégagée du corps calcaire qui lui a longtemps servi d'abri, capable de se soutenir et de se protéger elle-même, c'est maintenant une éponge sans organisation spéciale, qui peut très bien servir de type dans un groupe important.

C'est une masse informe, ferme, jaune, ordinairement sans attache au sol, souvent volumineuse et pouvant dépasser 40 centimètres de diamètre, aux contours arrondis, à la surface assez régulière et lisse, parsemée de papilles nombreuses qui portent les orifices du système aquifère.

A l'état de contraction, toutes les papilles se ressemblent et apparaissent comme des taches ou des dépressions

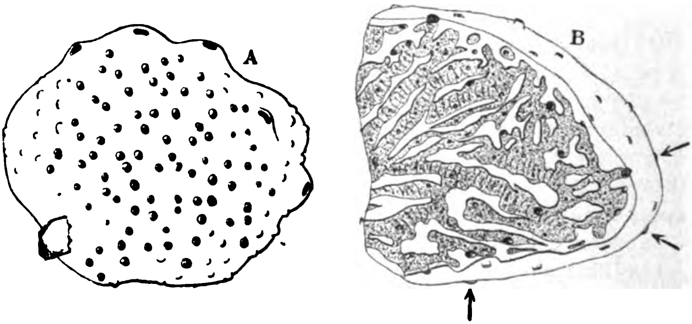


Fig. 53.

A. *Cliona celata* massive (réduite). — B. Coupe macroscopique de la Clione.

rondes, larges de 2 à 3 millimètres, d'un jaune plus vif que les intervalles qui les séparent. Lorsqu'elles se relâchent, elles deviennent un peu saillantes et l'on en distingue deux sortes principales, les unes, *inhalantes*, cylindriques, criblées de *stomions* microscopiques; les autres, en petit nombre, *exhalantes*, cylindro-coniques, percées d'une *proction* unique d'où s'échappe, visible à la loupe, un fort courant d'eau chargé de produits d'excrétion et de matières non assimilables.

Dans beaucoup d'échantillons, les papilles exhalantes

sont remplacées par des tubérosités plus importantes, au sommet desquelles un orifice large et toujours béant donne accès dans de vastes canaux venant du plus profond de l'éponge. C'est là tout ce qu'on voit à l'extérieur.

ORGANISATION INTERNE (fig. 53, B). — Une section nette, pratiquée dans la Clione au moyen d'un rasoir ou d'un grand couteau, fait connaître sa structure macroscopique. Une *écorce* épaisse et résistante, imperforée, revêtue d'une cuticule jaunâtre, limite le corps de toutes parts, s'interrompant seulement au niveau des *papilles*. Elle se continue à sa face interne par des *piliers* solides qui forment la charpente principale de la masse, la traversant de part en part comme des rayons irréguliers, fréquemment anastomosés entre eux. Entre ces piliers et aboutissant aux papilles, des *galeries* renfermant la *chair*, molle, jaune foncé, de l'éponge, et parcourues par des *canaux aquifères*, sur la longueur desquels se tendent de distance en distance, régulateurs du courant d'eau, des *diaphragmes* contractiles.

On peut encore trouver dans cette masse ce qui reste de la coquille où la Clione s'est développée et aussi des cailloux siliceux, des tubes de Serpules ou de petites coquilles qu'elle a englobés en croissant.

Description des spicules (fig. 54). — Les spicules sont les éléments du squelette de l'animal. Typiquement, il y en a trois sortes : *tylostyles*, *oxes* et *spirasters* ; mais la spiculation n'est, pour ainsi dire, jamais complète.

Les seuls dont la présence soit constante sont les *tylostyles* (fig. 54, A), représentant les mégasclères principaux

de la charpente. On les trouve partout : serrés, enchevêtrés et cimentés entre eux dans l'écorce et dans les piliers, disposés en files longitudinales dans les papilles, rayonnants dans les diaphragmes des canaux, sans ordre et clairsemés dans la chair.

Ces tylostyles ont une tête bien marquée, généralement surmontée d'un prolongement plus ou moins allongé, qui

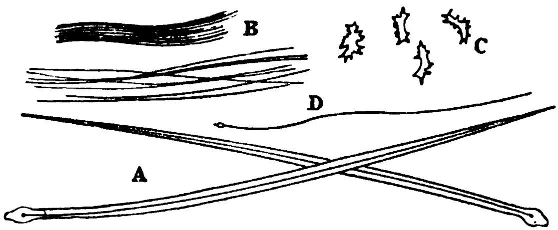


Fig. 54.
Spicules de la Clione.

A, tylostyles. — B, oxes linéaires fasciculés. — C, spirasters. — D, tylostyle grêle.

lui donne en coupe optique un aspect trilobé ; leur tige, fusiforme, acérée, présente toujours une courbure sensible à l'union du tiers de base avec les deux autres ; ils mesurent en moyenne 330 à 340 μ de longueur dans les beaux spécimens. Un canal, d'ordinaire très fin, occupe l'axe de leur tige et se termine dans la tête en une petite vésicule.

Fréquemment, on trouve, mêlés aux tylostyles bien conformés, des tylostyles à tige linéaire, sans canal, flexueuse, à tête bien accusée, ovale et surmontée d'un mucron grêle ; ce sont des spicules jeunes ou arrêtés dans leur développement (fig. 54, D).

Les spicules de la seconde sorte manquent souvent, et,

quand ils existent, c'est en quantité fort variable selon les individus, souvent assez faible pour qu'on ait beaucoup de peine à s'assurer de leur présence. Ce sont des *oxes*, lisses, acérés aux deux extrémités, mais linéaires et flexibles comme les tylostyles grêles ; rarement isolés, ils se groupent dans la règle par faisceaux épars dans les portions charnues de l'éponge (fig. 54, B).

Quoiqu'ils ne jouent ici qu'un rôle presque nul, ils correspondent évidemment aux mégasclères de seconde sorte, aux oxes épineux ou lisses, robustes, abondants, parfois prédominants ou même seuls présents de certaines autres *Cliona*. Ils ont valu le nom spécifique, d'ailleurs inutile, de *Cliona linearis*, Soll., aux échantillons où on les a découverts.

Les spicules de la troisième sorte sont des *spirasters* (fig. 54, C), irrégulières, courtes et relativement grosses (20 à 25 μ de longueur au plus, sur 2 à 3 μ d'épaisseur), décrivant un ou deux tours de spire et couvertes d'épines inégales. Ces microsclères font toujours défaut chez les Cliones massives, et même, comme leur production, peu active dès le début de la vie, ne tarde pas à s'arrêter, ce n'est que sur les papilles d'individus tout à fait jeunes qu'on peut avoir quelque chance d'en trouver.

C'est là encore une des singularités de la spiculation de *Cliona celata*, qui prouve avec quelle circonspection on doit tracer la diagnose d'une Eponge.

Préparation des spicules. — On déchire avec une pince une papille et un petit fragment de la chair de la Clione ; on les fait bouillir sur une lame porte-objet, dans quelques gouttes d'acide nitrique étendu, pour débarrasser les spicules de la chair qui les entoure ; quand l'opération touche à sa fin, on

ajoute une goutte d'eau pour achever la dissociation; puis on déshydrate par l'alcool absolu ; on éclaircit avec une essence (cèdre, girofle, etc.) ; on monte dans le baume du Canada.

Cette manipulation est indispensable pour la détermination de toutes les éponges siliceuses.

Histologie (fig. 55). — Quatre sortes principales de cellules prennent part à la constitution des tissus :

1° Des cellules plates, non ciliées, incolores, peu et finement granuleuses, pourvues d'un gros noyau sans

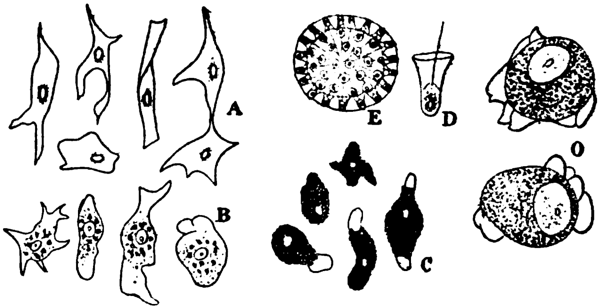


Fig. 55.
Histologie de la Clione.

A, cellules contractiles. — B, cellules amiboïdes nucléolées. — C, cellules sphéruleuses. — D, choanocyte. — E, corbeille vibratile. — O, œufs.

nucléole différencié, déformables, *contractiles* (fig. 55, A), formant le revêtement de toutes les surfaces vives (papilles, canaux et canalicules aquifères), et, grâce à leur contractilité, provoquant le jeu des papilles et des diaphragmes internes ;

2° Des cellules *amiboïdes* (fig. 55, B), à pseudopodes indifféremment lobés ou effilés, à noyau volumineux, pourvu d'un gros nucléole ; elles sont riches en grains d'un pig-

ment jaune d'or et en granulations incolores fort inégales ; elles contiennent souvent des ingesta variés.

Un certain nombre de ces cellules, devenant des *scléroblastes*, donnent naissance à des spicules ; d'autres, au moment de la reproduction, se transforment en spermatoblastes ou en ovules.

3° Des cellules *sphéruleuses* (fig. 55, C), amiboïdes aussi, mais à noyau sans nucléole et à protoplasma organisé en majeure partie en sphérules ou vésicules où s'emmagasine une matière grasse, de consistance butyreuse, jaune verdâtre, qui brunit en s'oxydant. Parmi ces cellules réfringentes, le noyau se distingue comme une tache incolore, arrondie. Ces cellules se réunissent entre elles par leurs prolongements et forment un réseau d'une richesse inouïe partout au-dessous des revêtements contractiles ; elles servent de réservoirs nutritifs et jouent un rôle conjonctif évident.

4° Des *choanocytes* (fig. 55, D) ou cellules possédant un flagellum et une collerette hyaline ; elles sont petites, à noyau sans nucléole distinct ; leur protoplasma contient des granules d'un jaune d'or. Elles se groupent en corbeilles (fig. 55, E), et l'agitation de leurs flagellums établit le courant d'eau dans le système aquifère.

Les amiboïdes nucléolées et les choanocytes, contenant tout le pigment propre, déterminent la véritable coloration jaune d'or de la *Cliona celata* ; mais, par places, la teinte jaune verdâtre des cellules sphéruleuses en diminue sensiblement l'intensité.

En outre des cellules énumérées, il s'en trouve, mêlées aux amiboïdes, une forte proportion de plus petites, incolores, à peine granuleuses, sans nucléole visible, qui correspondent

peut-être aux *cellules intermédiaires* de certains auteurs et qui paraissent avoir surtout un rôle conjonctif.

Tous les tissus sont imprégnés d'une substance fondamentale fluide, incolore, bien moins abondante ici que chez certains autres spongiaires. Elle contribue sans doute, par durcissement, à former la cuticule externe, à cimenter les spicules dans l'écorce et dans les piliers squelettiques, et, accidentellement, à envelopper d'un manchon corné certains groupes de spicules.

Préparation. — On ne saurait trop recommander d'étudier les cellules dissociées, vivantes d'abord, ce qui est facile, puisqu'il suffit de dilacérer un petit fragment d'éponge dans une goutte d'eau de mer, puis fixées et colorées.

La fixation à l'acide osmique fait mieux ressortir les cellules sphéruleuses parmi les autres éléments en noircissant leurs sphérules. Le picro-carmin donne de belles colorations.

De petits morceaux de Clione bien vivante étant fixés et colorés sont dissociés en partie dans une goutte d'eau distillée ; la préparation est recouverte d'une lamelle, puis on monte dans la glycérine en déposant au bord de la lamelle une goutte de ce liquide qui passe par capillarité et se mêle lentement à l'eau sans déformer les cellules.

Ectosome et choanosome. — On distingue dans le corps des éponges siliceuses deux parties qu'on appelle l'*ectosome* et le *choanosome*.

L'*ectosome* forme, pour ainsi dire, la peau de l'animal ; on l'a souvent distingué sous le nom de derme, sans naturellement vouloir le comparer anatomiquement au derme des animaux supérieurs.

C'est un revêtement complet dont la constitution diffère un peu suivant les éponges que l'on considère. Tantôt c'est

une mince pellicule transparente faite de cellules plates contractiles et contenant une faible quantité de spicules, sans ordre ou disposés en un réseau délicat; il est alors membraneux. Tantôt il acquiert une épaisseur plus considérable ; mais, demeurant relativement pauvre en spicules, il forme une sorte d'écorce fibreuse et plus ou moins coriace. Tantôt enfin, il se charge de spicules à profusion, prend une grande solidité, devient, en un mot, une véritable cuirasse.

Dans tous les cas, l'ectosome se perce d'orifices de deux sortes, les uns, les *stomions*, plus étroits et même généralement microscopiques, livrant passage à l'eau ambiante, mais s'opposant à la pénétration de particules trop grosses de toute nature dans l'intérieur du corps ; les autres, les *proctions*, plus grands, quelquefois fort larges, correspondant à la terminaison des canaux par lesquels l'éponge rejette l'eau qui a circulé dans son système aquifère et qui emporte ses excreta et les ingesta dont elle n'a tiré aucun parti.

Une cavité qui fait aussi tout le tour du corps sépare l'ectosome du choanosome. Elle est traversée par des piliers spiculeux et charnus qui relient l'ectosome au choanosome. On la trouve plus ou moins spacieuse, suivant les types ; en outre, elle paraît continue quand les piliers en question sont grêles et espacés, discontinue, au contraire, quand ils sont épais et serrés. On l'appelle *cavité sous-dermique*, *cavité superficielle* ou mieux *cavité préporale*.

Le *choanosome*, c'est le reste, la majeure partie, par conséquent, du corps de l'animal. Son nom lui vient de ce que les choanocytes se localisent dans sa masse. Il comprend :

1° Une *charpente squelettique* plus ou moins compliquée ou solide, suivant les cas rayonnante, réticulée, fibreuse ou irrégulière, composée des mêmes spicules que la charpente de l'ectosome ou de spicules différents ;

2° Une *chair* plus ou moins abondante, recouvrant cette charpente ;

3° Des canaux plus ou moins vastes, selon la disposition des lignes squelettiques et l'abondance de la chair, constituant un système aquifère complexe et désignés, d'après leurs rapports avec les orifices, sous les noms de *canaux inhalants* et *canaux exhalants*.

La surface du choanosome correspond naturellement au plancher de la cavité préporale, le plafond de cette cavité étant formé par l'ectosome.

Cette surface se perce d'orifices de deux sortes : les uns, connus sous le nom de *pores*, plus nombreux, plus étroits, sont l'origine des canaux inhalants qui pénètrent en se ramifiant dans l'intérieur du choanosome ; les autres, appelés *oscules*, en nombre restreint, plus grands, quelquefois fort larges, sont la terminaison des canaux exhalants qui se réunissent de proche en proche en venant de l'intérieur.

Les pores et les oscules diffèrent des stomions et des proctions en ce qu'ils sont percés non dans l'ectosome, mais dans le choanosome lui-même ; de plus, ce sont des orifices fixes, tandis que ceux de l'ectosome peuvent, suivant les besoins de l'animal ou les dangers courus, s'ouvrir et se contracter. Il existe, la plupart du temps, plusieurs stomions pour un pore. Ordinairement, un seul proction correspond à un oscule ; les bords de l'oscule se soulèvent alors le plus souvent jusqu'à s'appliquer à la

face profonde de l'ectosome ; il en résulte que l'oscule et son proction se trouvent confondus en un orifice unique que, par simplification, on appelle vulgairement l'*oscule*. Cette disposition n'est d'ailleurs pas constante ; ainsi, dans les *Geodia*, devant chaque oscule proprement dit, l'ectosome forme comme une aire criblée de proctions.

Dans la Clione massive, l'ectosome est solide et spiculeux ; il est représenté par l'écorce périphérique (fig. 53, B) pleine de tylostyles enchevêtrés en un feutrage compact et cimentés par du tissu conjonctif. Il se colore en jaune pâle du côté externe. En raison de sa structure, il ne présente d'orifices que de place en place : stomions et proctions se localisent en effet dans les papilles.

Le choanosome a pour charpente principale les piliers épais dont il a été question plus haut, de structure identique à celle de l'écorce.

Comme ils sont nombreux et qu'ils prennent une large insertion sur la face profonde de l'écorce, la cavité préporale paraît ici discontinue. On la retrouve quand même, formant une sorte de chambre à la base de chaque papille.

Au fond de cette chambre, l'orifice qui donne accès dans un canal est, suivant la nature de la papille, un pore ou un oscule. Souvent, surtout quand la papille exhalante est remplacée par une tubérosité, l'oscule et son proction se confondent en un orifice unique.

La chair, qui recouvre les piliers, molle mais non gluante, est d'un jaune plus foncé que celle des papilles, parce qu'elle contient, non plus seulement, comme elle, des cellules contractiles et des cellules sphéruleuses à

graisse jaune verdâtre, mais aussi les cellules amiboïdes nucléolées et les choanocytes, riches, comme il a été dit, en grains de pigment jaune d'or.

Les canaux aquifères principaux sont ici spacieux ; c'est pourquoi on les voit fréquemment tendus de distance en distance de diaphragmes contractiles régulateurs du courant d'eau.

Système aquifère. — Il se compose : 1° des papilles ; 2° des canaux ; 3° des canalicules ; 4° des corbeilles vibratiles.

Papilles. — Une *papille inhalante* (fig. 58, B, C), à l'état d'extension, est un petit cylindre mou, jaune verdâtre, dont le plateau offre un aspect velouté ; cet aspect est dû aux terminaisons de nombreuses files verticales de tylostyles qui lui forment autant de colonnettes de soutien. Dans ces files, les tylostyles affectent une orientation constante, dirigeant tous leur pointe vers l'extérieur. Entre les colonnettes spiculeuses s'aperçoivent à la loupe de nombreux orifices fort étroits : ce sont les stomions. A la base de la papille, l'eau qui pénètre par les stomions arrive dans une petite cavité préporale.

Les papilles sont très contractiles ; la moindre irritation, le fait, par exemple, d'agiter ou de renouveler l'eau des cuvettes où sont placées des Cliones ou même d'y mettre des granules en trop grande abondance en suspension, en provoque l'occlusion rapide. Une élévation ou un abaissement de température exercent sur elles la même influence.

Contractée, une papille inhalante n'est plus qu'un bouchon compact déprimé.

Une *papille exhalante* (fig. 58, D, E) est un petit cône percé d'un seul orifice, un proction, à son extrémité ; ses flancs sont pleins et lisses. A l'intérieur, un canal, moins large en haut qu'en bas pour augmenter la violence du courant de sortie, fait suite à l'oscule sous-jacent. Contractée, la papille exhalante ne diffère en rien de la papille exhalante.

Histologie. — Deux sortes de cellules surtout prennent part à la constitution des papilles : les cellules contractiles et les cellules sphéruleuses. Cela explique à la fois leur énergie et leur coloration. Un petit nombre de cellules amiboïdes pigmentées s'y égare fréquemment. Les spicules présents sont des tylostyles ; il n'y a que les papilles formées tout à fait au début de la vie qui possèdent en plus quelques spirasters à leur surface.

Canaux. — Les termes *inhalants* et *exhalants*, d'usage courant, sont tout à fait relatifs : il n'existe pas, en réalité, deux sortes distinctes de canaux ; ceux-ci sont dits inhalants ou exhalants, suivant qu'ils se trouvent en rapport plus ou moins direct avec les pores ou avec les oscules. Dans la profondeur du corps, ils se font suite sans démarcation. Ceux qui partent des papilles inhalantes se ramifient dans le choanosome, et leurs ramifications finissent par se réunir de proche en proche en troncs moins nombreux aboutissant aux papilles exhalantes.

On peut même remarquer que les canaux dits inhalants sont, dès leur origine, à la fois inhalants et exhalants pour toutes les régions qu'ils traversent : en effet, immédiatement au-dessous du pore, le canal inhalant dessert la chair avoisinante, y engageant des branches

afférentes qui se résolvent en un lacis de canalicules d'où l'eau revient, par d'autres branches, efférentes, se déverser dans son intérieur.

Cela se voit avec la plus grande netteté quand la Clione est perforante ; son corps se divise alors en lobes disposés bout à bout et séparés les uns des autres par un étranglement très accusé ; les lobes n'ont qu'un canal principal, qui les traverse de part en part, leur distribue l'eau et la remporte, étant par suite inhalant à un bout, exhalant à l'autre.

Structure. — Cela explique que tous les canaux aient une structure identique : leur paroi consiste en un revêtement de tissu conjonctif riche en cellules sphéruleuses jaunes, limité par un épithélium fait de cellules contractiles. Des tylostyles s'y répandent, peu nombreux, avec, pour la plupart, une direction parallèle à l'axe du canal.

Cette paroi, transparente et jaune pâle, mesure une épaisseur variable avec l'importance des canaux, d'autant plus grande que leur lumière est plus large. Elle demeure rarement sur une certaine longueur pleine et unie. Elle est rendue toute anfractueuse par les innombrables orifices des branches de calibre inégal que le canal émet ou reçoit dans tous les sens et sous divers angles. En outre, de place en place, elle se soulève en brides et en diaphragmes minces et transparents (fig. 56, B).

Ces voiles tendus pour régler le courant d'eau sont surtout formés par des cellules contractiles ; des cellules sphéruleuses entrent aussi dans leur constitution, mais diminuent graduellement de nombre à partir de la péri-

phérie et manquent tout à fait vers le centre. Ils sont soutenus par une charpente rayonnante de tylostyles, sur un seul rang, orientés la tête du côté de la paroi.

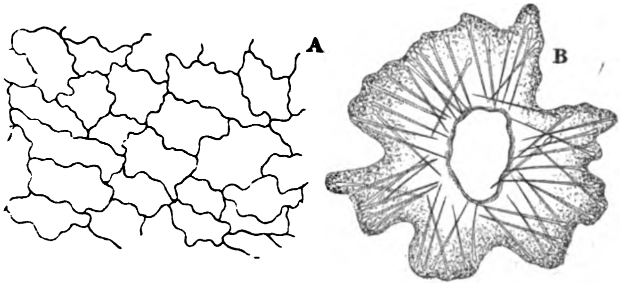


Fig. 56.

A. Limite épithéliale du corps au contact du support (imprégnation au nitrate d'argent). — B. Diaphragme contractile d'un canal aquifère.

Canalicules (fig. 57). — Les branches émanant des canaux diminuent de calibre en se ramifiant elles-mêmes dans la chair et simplifient leur paroi ; elles finissent par se résoudre peu à peu en de fins canalicules extrêmement nombreux, irréguliers, sinueux, très rapprochés les uns des autres, formant, dans leur ensemble, un lacis compliqué ; inversement, ces canalicules se réunissent entre eux et reconstituent les branches efférentes. Mais, ces divers conduits se croisant en toutes directions, il n'est pas possible de discerner sur les coupes par lesquels l'eau arrive et par lesquels elle s'en va. De même, il n'existe pas de limite réelle entre les canaux étroits et les canalicules.

Structure. — Tout ce qu'on peut dire, c'est que, dans

les canalicules, la paroi se réduit à un revêtement épithélial très mince, ordinairement sans cellules sphéruleuses sous-jacentes, quelquefois soulevé encore en brides contractiles, enfin interrompu fréquemment pour ménager la place d'une corbeille vibratile.

Corbeilles vibratiles (fig. 55, E, et fig. 57). — Les corbeilles vibratiles sont comme enchâssées dans les cloisons charnues qui séparent les canalicules.

Leur forme rappelle, en général, celle d'une sphère dont une large calotte aurait été enlevée ; elles représentent donc un peu plus qu'une demi-sphère ; souvent, elles se montrent plus elliptiques qu'arrondies ; à leur côté qui semble entaillé correspond une grande ouverture qui, à l'état d'extension, communique à plein avec l'un des canalicules avoisinants ; le revêtement épithélial contractile du canalicule s'attache sur les bords de cet orifice.

Elles mesurent en moyenne 40 μ de diamètre.

Elles sont formées d'une quarantaine de choanocytes placés côte à côte.

Ces cellules, ovoïdes, claires, contiennent quelques granules d'un pigment jaune d'or ; vers leur base, s'aperçoit un noyau brillant sans nucléole distinct. La partie qui est tournée vers l'intérieur de la corbeille porte une collerette protoplasmique hyaline, légèrement évasée, et de son sommet part un cil qui s'anime à l'occasion de rapides mouvements de flagellation. Les cellules sont unies entre elles par le bord des collerettes. Cils et collerettes sont rétractiles comme les pseudopodes de cellules amiboïdes. L'agitation des cils de toutes les corbeilles provoque, sui-

vant des sens déterminés, des courants d'eau qui parcourent les canalicules.

Il arrive qu'une ou plusieurs petites lacunes s'observent entre les choanocytes du fond de la corbeille. Certains auteurs ont attribué une haute valeur à des lacunes semblables découvertes dans les corbeilles d'autres Spon-

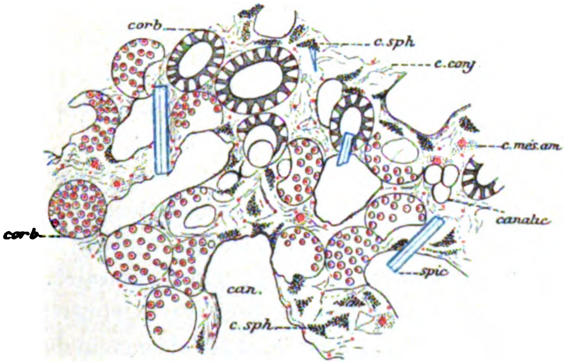


Fig. 57.
Structure du choanosome.

giaires; ils les considèrent comme les orifices d'entrée des corbeilles, les *prosopyles*, la large ouverture du sac représentant alors l'orifice de sortie, l'*apopyle*.

Si les lacunes en question sont vraiment des perforations en communication avec un autre canalicule adjacent, elles ne doivent pas être permanentes, car elles apparaissent très rares. J'ajoute que leur rareté même me fait douter de leur importance.

Les cloisons cellulaires qui s'étendent entre les canalicules sont des lames minces, anfractueuses, aux contours irréguliers; ce sont, à tout prendre, des trabécules con

jonctifs lâches reliant les corbeilles et dont les éléments, fort semblables aux cellules du revêtement pariétal des canalicules, emprisonnent dans leurs mailles, souvent par groupes. des cellules amiboïdes.

La chair, dans son ensemble, se montre donc très lacuneuse, et comme elle est pauvre en granules et transparente, elle peut être dite *collenchymateuse*, par opposition à celle, très granuleuse et même opaque, d'autres éponges, que l'on appelle *sarcenchymateuse*. Des tylostyles, épars, lui servent de soutien. Dans certains individus s'y développent des oxes linéaires fasciculés.

Les choanocytes peuvent peut-être retenir sur leur collerette des particules alimentaires apportées par le torrent circulatoire. Mais, comme chez les Spongilles (d'après Vosmaer [1]), cette fixation ne serait que temporaire. Les cellules réellement chargées de prendre la nourriture sont les amiboïdes, où l'on voit d'ailleurs si souvent des ingesta variés.

Les expériences entreprises pour vérifier ce fait paraissent concluantes. Si l'on jette en suspension du carmin finement pulvérisé dans une eau où une Clione est en pleine activité, et qu'on prenne la précaution de tuer l'éponge avant l'arrêt du courant d'exhalation qui s'échappe de ses oscules, on trouve les cellules amiboïdes bourrées de granules de cette substance.

Préparation microscopique. — Les fragments de Clione à couper doivent être inclus dans de la paraffine assez dure. Les microtomes à glissière donnent de meilleurs résultats que les microtomes à bascule. Cela dépend de la présence des spi-

[1] Vosmaer et Pekelharing. *Observations on Sponges*, p. 8, Amsterdam, 1898.

cules, qui, très durs dans une masse très molle, rendent les déchirures inévitables.

Diverses colorations peuvent être usitées; mais on doit se souvenir qu'en général les éléments des éponges siliceuses se colorent lentement et difficilement.

Produits génitaux. — Dans la Manche, la *Cliona celata* se met en reproduction à l'entrée de l'hiver. Ses spermatozoïdes n'ont pas encore été observés, mais ses œufs sont faciles à reconnaître. A partir de la fin de septembre, beaucoup d'individus en sont remplis.

Jeunes, ces éléments ressemblent tout à fait aux cellules amiboïdes à noyau nucléolé. Elles ne s'en distinguent que par leur taille qui va en augmentant jusqu'à mesurer environ 45 μ de diamètre à l'approche de la maturité. Ce sont alors de grosses cellules jaunes, granuleuses, mais sans contenu graisseux, pourvues d'un noyau énorme avec un beau nucléole brillant, c'est-à-dire possédant vésicule et tache germinatives (fig. 55, O). Quand on les isole, par dissociation simple, on les voit changer continuellement de forme et émettre de toutes parts des pseudopodes hyalins, lobés ou filiformes. Leur développement ultérieur n'a pas été suivi.

Clione perforante (fig. 58, A). — Perforante, la Clione ne montre au dehors que ses papilles; il faut morceler son abri pour se rendre compte de sa forme. On voit alors qu'elle emplit des galeries qu'elle a creusées elle-même à même le calcaire, les étendant dans un seul plan si la coquille sur laquelle elle s'est fixée est mince; en tous sens, s'il s'agit d'une pierre ou d'une coquille d'une certaine épaisseur.

L'ensemble des galeries figure une sorte de réseau, chacune d'elles s'unissant à ses voisines par de courtes branches. Toutes mesurent à peu près le même diamètre moyen, sauf dans leurs terminaisons en voie d'accroisse-

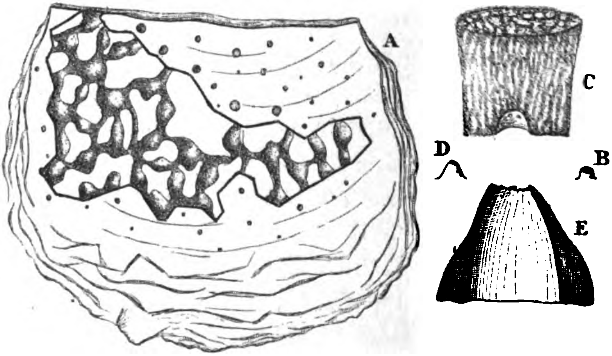


Fig. 58.

A. Fragment de valve d'huitre perforée par une Clione ; les galeries sont mises à nu dans la région moyenne ; les ponctuations inégales du reste de la surface correspondent aux papilles. — B. Papille inhalante, grandeur naturelle. — C. Coupe longitudinale d'une papille inhalante (schéma). — D. Papille exhalante, grandeur naturelle. — E. Coupe longitudinale d'une papille exhalante (schéma).

ment, qui se présentent comme de longs et fins prolongements.

Normalement, les galeries sont moniliformes, c'est-à-dire qu'elles se composent d'une série de lobes successifs séparés les uns des autres par des étranglements, cloisons incomplètes ménagées dans le calcaire. Sur les étroits orifices de communication, le tissu contractile très développé permet à chaque lobe de s'isoler.

En grandissant, la Clione modifie souvent cette disposi-

tion typique : elle détruit les diaphragmes calcaires qu'elle s'était d'abord ménagés et les remplace par les diaphragmes cellulaires que nous avons trouvés dans les canaux de l'éponge massive; elle multiplie les branches d'anastomose de ses galeries, au point de ne laisser subsister entre les deux lames externes de la coquille perforée que de faibles cloisons calcaires que le moindre choc sera capable de briser.

Tout bien considéré, la Clione perforante ne diffère de la Clione massive qu'en ce que les murs de sa demeure constituent son écorce et ses piliers.

Mode de perforation. — L'éponge s'enfonce dans les pierres et les coquilles en y découpant, pour en prendre la

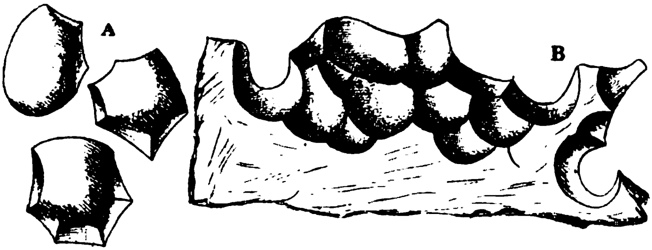


Fig. 59.
A. Corpuscules calcaires détachés par la Clione. — B. Aspect des parois des galeries creusées par l'éponge dans les coquilles.

place, des corpuscules d'un diamètre à peu près uniforme pour une galerie donnée et toujours arrondis à leur face profonde (fig. 59, A). Ces corpuscules, d'une configuration si particulière, ont une taille un peu variable suivant que la galerie est nouvelle ou ancienne et que la Clione est jeune ou robuste; dans les meilleures conditions, ils mesurent 40 à 50 μ de diamètre.

Quand la perforation est en pleine activité, les corpuscules détachés sont rejetés en assez grande quantité pour qu'en quelques heures, dans une eau calme, le pourtour des papilles exhalantes se recouvre d'une fine poussière blanche.

Les lames de conchyoline sont attaquées de la même façon.

Il en résulte que, sur toute leur étendue, les parois calcaires des galeries sont uniformément creusées de fossettes côte à côte (fig. 59, B), sur lesquelles l'éponge se moule exactement, limitée à ce niveau par un revêtement de cellules contractiles (fig. 56, A).

Le procédé par lequel les corpuscules sont ainsi découpés et comme modelés n'est pas tiré au clair. Il est établi seulement que la Clione ne fait pour cela nul usage de ses spicules et ne produit aucune sécrétion acide. Tout paraît se borner à une action mécanique encore inexpliquée des cellules contractiles sur les corps calcaires et sur les lames de conchyoline[1].

[1] Pour plus de détails sur les Cliones et leur biologie consulter : Topsent (E.). *Contribution à l'étude des Clionides*, Arch. de Zool. exp. et gén., 2e série, vol. V *bis*, 4e mém., 1887. — Topsent (E.). *Deuxième contribution à l'étude des Clionides*, Arch. de Zool. exp. et gén., 2e série, vol. IX, p. 555, pl. XII, 1891. — Topsent (E.). *Sur le mécanisme de la perforation des Cliones*, Arch. de Zool. exp. et gén., 3e série, vol. II, notes et revues, p. x, 1894.

CHAPITRE VII

DÉVELOPPEMENT D'UNE ÉPONGE SILICEUSE

Par Yves DELAGE
Professeur de zoologie à l'Université de Paris.

EPHYDATIA (SPONGILLA) FLUVIATILIS (LIEBK)[1].

Larve libre. — Le développement prélarvaire, de l'avis des auteurs qui l'ont étudié, consiste en une segmentation totale et à peu près égale donnant naissance à une sorte de morula. Le développement postlarvaire sera ici seul en question.

La larve de l'Éphydatie, au moment où elle quitte sa mère, est blanche, ovoïde, ciliée sur toute sa surface (fig. 60, A) ; elle nage le gros bout en avant en tournant autour de son axe. Sa moitié antérieure est vide ou du moins n'est occupée que par un liquide (fig. 60, B) ; un amas d'éléments cellulaires remplit la moitié postérieure. La grande cavité antérieure ne joue aucun rôle dans le développement.

La larve libre possède des spicules, mais ils restent complètement enfouis dans les tissus tant qu'elle est normale et en bonne santé.

[1] Ce résumé a été fait par M. Topsent d'après le mémoire publié par M. Yves Delage dans les *Archives de zoologie expérimentale et générale*, t. X, 1892.

Quatre sortes d'éléments prennent part à la constitution des tissus (fig. 61, A) :

1° Les *cellules ciliées* qui, servant à la locomotion chez la larve, deviendront chez l'adulte les choanocytes ou cel-

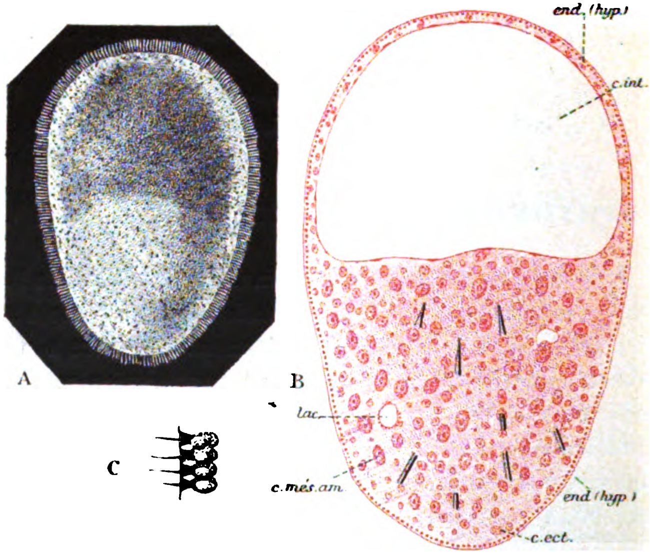


Fig. 60.

A. Larve libre d'Ephydatie nageant : × 100. — B. Coupe longitudinale de la même, passant par l'axe ; × 205. — C. Cellules ciliées servant à la locomotion ; × 750.

lules à collerette des corbeilles vibratiles. Elles sont cylindriques, pourvues d'un noyau sans nucléole distinct et munies d'un cil ou flagellum (fig. 60, C). Toutes semblables entre elles, elles se répartissent uniformément sur toute la surface de la larve (fig. 61 A, *end*). Il n'existe donc pas ici au pôle postérieur de différenciation comparable à

celles qu'on observe sur tant de larves de Monaxonides.

2° Les *cellules épidermiques*, plus grandes que les précédentes et contenant un gros noyau sans nucléole prédominant : elles formeront l'*épiderme* de l'adulte, mais,

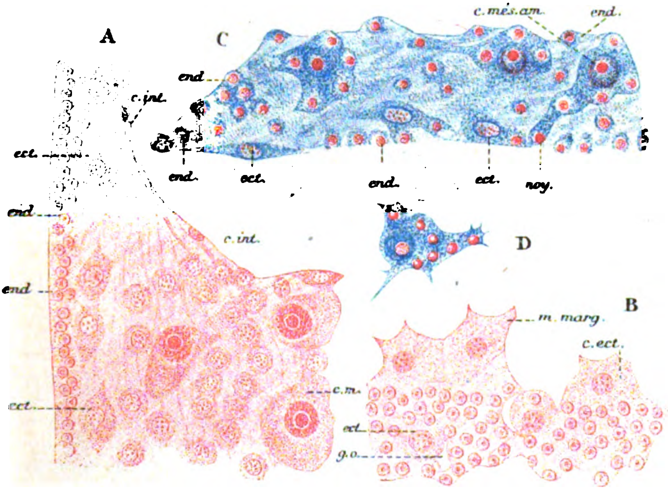


Fig. 61.

A. Portion d'une coupe longitudinale de larve, vers le bas de la cavité antérieure; × 750. — B. Retrait des cellules ciliées; formation de l'épiderme; × 750. — C. Capture des cellules ciliées par les amœboïdes; × 750. — D. Cellules amœboïdes en chasse; × 820.

chez la larve libre, elles se disposent en une assise (fig. 61 A, *ect.*), d'ailleurs discontinue, immédiatement au-dessous de la couche des cellules ciliées.

3° Les *cellules amœboïdes*, destinées à devenir chez l'adulte les *cellules errantes* et à se transformer en partie en œufs ou en spermatoblastes ; elles forment la majeure partie de l'amas cellulaire interne. Grandes, elles attirent

l'attention par leur gros noyau contenant un beau nucléole (fig. 61, A. *c. m.*) Arrondies à l'état de repos, elles se déforment continuellement en émettant des pseudopodes.

Un certain nombre d'entre elles produisent des spicules dans leur intérieur ; les *scléroblastes* ou cellules mères des spicules ne représentent donc pas une catégorie particulière d'éléments.

4° Les *cellules intermédiaires*, mêlées partout aux amœboïdes, complètent avec elles la masse cellulaire interne. On les trouve également en bordure de la vaste cavité antérieure. Elles sont plus petites que les cellules épidermiques et possèdent un noyau un peu plus volumineux (fig. 61, A, *c. int.*) Chez l'adulte, elles formeront les parois des canaux et le tissu conjonctif fixe [1].

[1] Il faut bien comprendre que les cellules épidermiques, intermédiaires et amœboïdes, ne constituent pas des catégories tranchées ; elles représentent « un ensemble d'éléments indifférents où s'opèrent des différenciations successives... Dans cet ensemble d'éléments, une première différenciation entraîne au dehors les plus superficiels (cellules épidermiques) où ils se soudent en un épiderme et se caractérisent ainsi comme un ectoderme pur ; le reste (cellules intermédiaires) se différencie ultérieurement en deux sens différents : les uns s'unissent en membrane pour former les canaux (ectoderme secondaire), les autres se transforment en éléments conjonctifs (mésoderme) ». (P. 409 de mon mémoire.)

En réalité il n'y a sous la couche des ciliées qu'une masse d'éléments intérieurs, dont les plus chargés de substances nutritives deviennent les cellules amœboïdes, tandis que les autres doivent peut-être au seul hasard de leur position plus ou moins superficielle de devenir superficiels et de former l'épiderme ou de rester plus profonds et de former le revêtement des canaux.

C'est en se plaçant au point de vue des idées alors régnantes que les cellules épidermiques sont qualifiées d'ectoderme et les ciliées d'endoderme. Dès cette époque, je faisais remarquer (p. 410) que « il y a place pour une autre hypothèse que voici : les cellules ciliées de *Sycandra* et des siliceuses constituent l'ectoderme, tandis que les cellules granuleuses chez la première et les cellules épidermiques et intermédiaires chez les dernières représentent l'endo-

Fixation de la larve. — Au bout d'un temps variable, généralement assez court, la larve se fixe, soit par le pôle antérieur, soit aussi par un point quelconque de sa surface. Elle se déprime aux dépens de sa cavité, qui se réduit peu à peu à une simple fente, puis disparaît totalement après dislocation de son revêtement épithélial. Les cellules ciliées agitent leur cil avec une rapidité décroissante, puis, cessant tout mouvement, finissent par le résorber.

Retrait des cellules ciliées; formation de l'épiderme. — Dès que les cellules ciliées ont rentré leur cil, elles prennent une configuration irrégulière et rompent leur arrangement épithélial; les unes s'enfoncent, d'autres restent encore à leur niveau, mais s'écartent en face des cellules épidermiques (fig. 61, B).

Celles-ci en profitent pour s'insinuer entre elles et gagner la surface où elles s'étalent alors et se soudent par leurs bords, de manière à constituer une membrane continue qui n'est autre chose que l'épiderme.

En opérant ce retrait, les cellules ciliées vont se mêler aux cellules intermédiaires et amœboïdes. A ce moment,

derme. Dans ce cas, l'épiderme et les canaux des éponges adultes deviennent endodermiques et les corbeilles ectodermiques ». Depuis, Maas a admis ces idées, déjà invoquées d'ailleurs par Balfour, et considéré avec raison toute la masse intérieure comme un endoderme primitif. Enfin, récemment (1898), j'ai montré qu'on devait radicalement prendre le contre-pied des idées anciennes, appeler, chez toutes les larves d'éponges, ectoderme les cellules ciliées, endoderme les cellules non flagellées, et déclarer que chez l'adulte, contrairement à ce qui existe chez tous les autres animaux, l'épiderme est endodermique et les cavités digestives (corbeilles) sont ectodermiques.

Yves Delage.

les amœboïdes émettent des pseudopodes nombreux à l'aide desquels elles englobent les ciliées (fig. 61, C). Celles-ci toutefois ne demeurent pas absolument passives; on les voit de leur côté émettre des prolongements qui se dirigent à la rencontre de ceux des amœboïdes. Souvent, plusieurs ciliées se réunissent entre elles par de semblables prolongements, et c'est toutes ensemble qu'elles se trouvent alors incorporées par un seul pseudopode d'amœboïdes.

La capture des ciliées par les amœboïdes s'effectue généralement en un temps très court (une heure ou deux); lorsqu'elle est terminée, les amœboïdes prennent une forme sphérique et présentent autour de leur gros noyau à nucléole volumineux une certaine quantité de petits noyaux, les noyaux des ciliées (fig. 61, D).

A cet état, les cellules amœboïdes sont devenues les *groupes polynucléés*.

A la suite de leur capture, les ciliées n'ont plus de protoplasma distinct et leur noyau lui-même change de caractères : il se contracte, perd ses granulations, devient opaque, brillant, et ne se distingue du nucléole de la cellule amœboïde que par sa taille plus petite.

Membrane marginale. — La membrane superficielle ou épiderme déborde tout autour de la larve fixée et se prolonge en une membrane mince et transparente qui s'étend assez loin sur le support, contribuant pour le moment à augmenter l'adhérence de la jeune éponge. C'est la *membrane marginale* (fig. 62). Elle sera par la suite le siège de l'accroissement en largeur.

Au bord même de la larve, continuant le revêtement

de la face supérieure et de la face inférieure à la fois, cette membrane est formée de deux feuillets accolés presque exactement l'un sur l'autre et ne comprenant guère entre

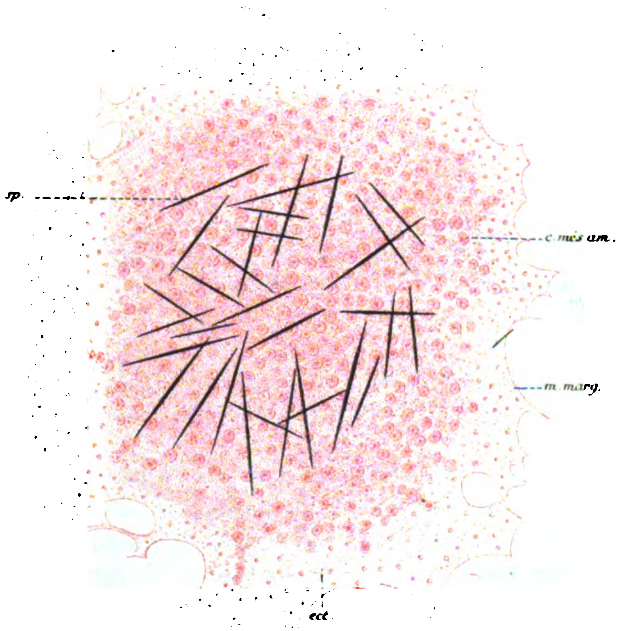


Fig. 62.
La membrane marginale débordant autour de la larve fixée : × 125.

eux que quelques cellules égarées autres que des épidermiques. Mais, plus loin, elle va se réduisant à une couche unique de cellules.

Formation du syncytium. — Après un certain temps de repos où la larve est ainsi faite (fig. 63) d'une enveloppe

épidermique complète et d'une masse interne composée en majeure partie de groupes polynucléés, puis de cellules intermédiaires éparses et aussi de quelques spicules, une reprise d'activité va aboutir à la formation des corbeilles, mais en transformant d'abord la masse interne en un amas *syncytial*.

Les groupes polynucléés, arrondis et indépendants durant la phase de repos, deviennent irréguliers, se

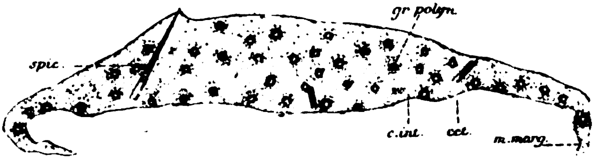


Fig. 63.
Coupe d'ensemble de la larve fixée au stade des groupes polynucléés (réduction de la figure originale).

gonflent, s'étirent en divers sens, et se mettent tous en rapport entre eux par leurs prolongements. Un vaste réseau se constitue de la sorte dans la trame duquel se trouvent bientôt englobées également les cellules intermédiaires (fig. 64). Les contours de toutes les cellules du réseau s'effacent et l'ensemble représente un véritable syncytium.

Ce syncytium se creuse ensuite peu à peu de larges cavités (fig. 65) communiquant toutes entre elles, et qui figurent la première ébauche des *cavités aquifères*.

Pendant qu'elles grandissent, la masse cellulaire se resserre devant elles et forme un réseau plus compact.

Formation des corbeilles vibratiles. — C'est dans la

trame de ce réseau que vont s'organiser les *corbeilles vibratiles* par le processus suivant :

Les cellules ciliées, capturées comme on sait par les cellules amœboïdes, vont reconquérir leur autonomie. On



Fig. 64.
Formation du syncytium (× 750).

voit pendant le stade syncytial leur noyau reprendre peu à peu ses caractères primitifs et, d'opaque et brillant qu'il était devenu, redevenir clair et granuleux, puis de nouveau leur protoplasma s'individualiser. De petites cavités hémisphériques se creusent dans l'épaisseur du syncytium et restent en communication chacune par un large

orifice avec le système des grandes cavités (fig. 65). Les cellules ciliées régénérées, mais encore dépourvues de cil, se dégagent des amœboïdes et viennent se disposer en bordure de ces petites cavités hémisphériques pour cons-

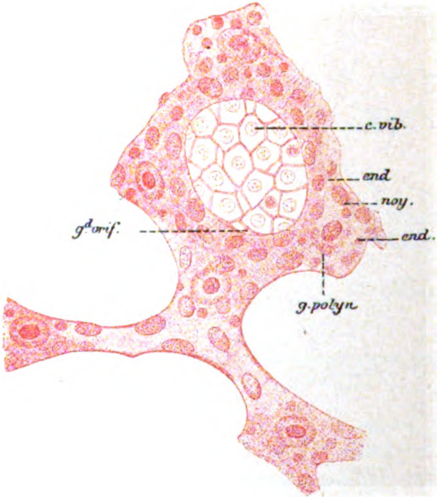


Fig. 65.
Ébauche des corbeilles et des cavités aquifères ; × 750.

tituer autant de CORBEILLES VIBRATILES (fig. 66, A et fig. 67). Bientôt, elles achèveront leur évolution en acquérant chacune un flagellum et une collerette hyaline évasée en cône. Les cellules intermédiaires s'étalent pour la plupart à la limite des cavités aquifères en une membrane épithéliale continue qui en forme la paroi. Celles qui n'ont pas de place dans ce revêtement restent au-dessous de lui comme éléments d'un tissu conjonctif. Quant aux cellules amœboïdes, vides désormais de leur

contenu temporaire, elles restent libres dans les espaces interstitiels de ce tissu conjonctif (fig. 67).

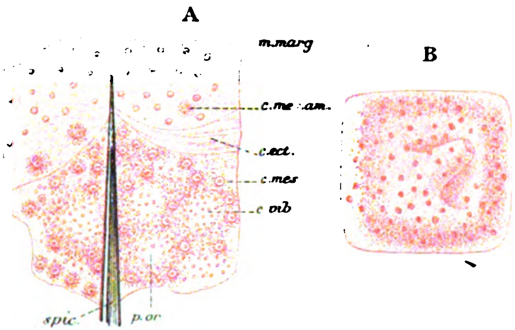


Fig. 66.
A. Formation des corbeilles vibratiles ; × 205. — B. Aspect de l'oscule ; × 80.

A la place du syncytium, on a maintenant (fig. 68), sépa-

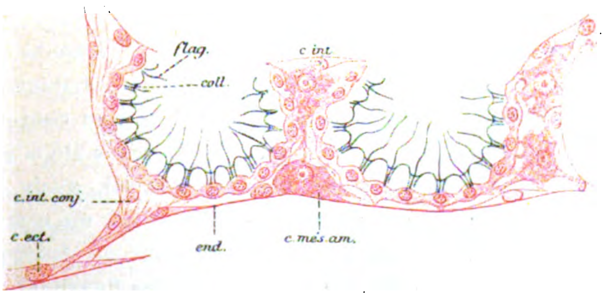


Fig. 67.
Formation des corbeilles vibratiles. (Réduction de la figure originale.)

rant les larges cavités aquifères, des cloisons charnues incomplètes, irrégulières, anastomosées, ayant une paroi

épithéliale (cellules intermédiaires) sans solution de continuité, sauf au niveau des corbeilles (dépressions hémisphériques avec cellules flagellées en bordure), dont elle doit ménager l'orifice, et composées dans leur épaisseur d'un tissu conjonctif (cellules intermédiaires encore) com-

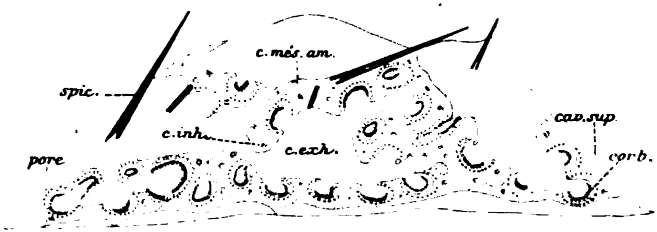


Fig. 68.
Coupe d'ensemble d'une jeune Éphydatie entièrement achevée; × 125.

prenant les cellules amœboïdes libres dans ses lacunes interstitielles.

« En résumé, les cellules amœboïdes deviennent les cellules errantes du parenchyme, les cellules intermédiaires forment les parois des canaux et le tissu conjonctif fixe ; enfin les cellules ciliées, après avoir été ciliées chez la larve, après avoir résorbé leur cil, avoir été capturées par les amœboïdes et avoir passé un certain temps à leur intérieur, après être de nouveau devenues libres, forment en dernier lieu les cellules flagellées des corbeilles. »

Formation des pores et des oscules. Achèvement de la jeune éponge. — L'éponge grandit et mesure au sixième jour 1 millimètre environ de diamètre.

Ses cavités aquifères s'élargissent de plus en plus, ses spicules s'allongent et, de place en place, soulèvent par leurs pointes la membrane épidermique ; dans cette membrane se percent les *orifices aquifères :* des pores et un oscule.

Les *pores* apparaissent comme de simples méats (larges de 6 à 30 μ) de la membrane ; l'*oscule* est toujours plus grand, et, souvent à son niveau, la membrane se soulève en une petite cheminée cylindrique (fig. 66, B).

Situé quelque part vers le sommet du corps, l'oscule communique directement avec les cavités aquifères les plus larges, les *cavités exhalantes.*

Les pores, en nombre variable, et plus généralement situés vers la base du corps, au voisinage de la membrane marginale (fig. 68), donnent au contraire accès d'abord dans une cavité étroite qui, s'étendant sur tout le pourtour de l'éponge au-dessous de la membrane épidermique, mérite le nom de *cavité superficielle.* Cette cavité est interrompue seulement dans les points où des trabécules charnus internes, avec les spicules qu'ils renferment, viennent aboutir à la surface. Çà et là, elle se met en continuité avec de larges cavités aquifères, les *canaux inhalants*, qui, eux, pénètrent dans l'intérieur du corps.

Ces canaux enfoncent dans l'épaisseur des cloisons charnues de la masse interne dérivée du syncytium des diverticules étroits et irréguliers, les *canalicules inhalants*, sur lesquels se prolonge leur revêtement épithélial.

Enfin, ces canalicules se mettent en rapport avec le fond des corbeilles vibratiles.

Par conséquent, les corbeilles se trouvent communiquer

à la fois avec les deux systèmes de cavités aquifères, d'une part avec les canaux exhalants par leur orifice large, et d'autre part, par leur fond, avec les canalicules inhalants. Leur fond présente un ou plusieurs méats

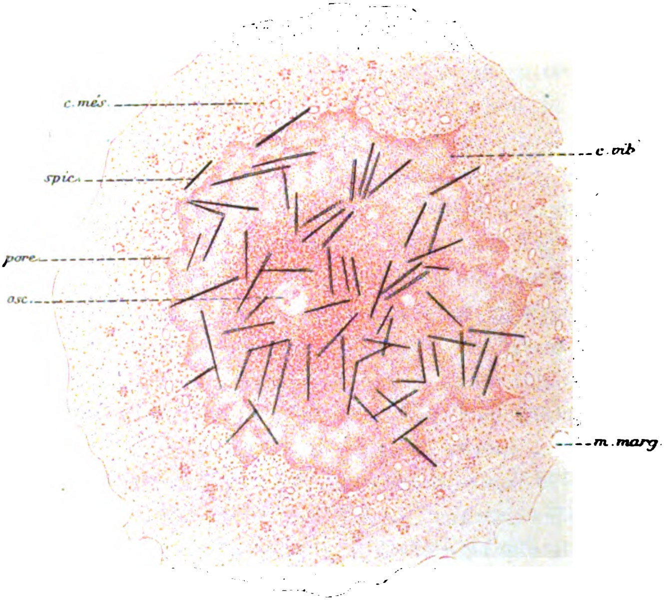


Fig. 69.
Aspect d'une Éphydatie définitivement constituée : × 80.

intercellulaires de grandeur et de forme extrêmement variables, produits par écartement peut-être temporaire des cellules flagellées pour donner accès à l'eau.

En définitive, l'eau pénètre par les pores dans la cavité superficielle, s'engage de là dans les canaux inhalants, puis dans les canalicules, traverse les corbeilles et se

déverse dans les canaux exhalants pour sortir enfin en un jet violent par l'oscule.

Ainsi se trouve constitué un état (fig. 69) où la jeune éponge ne diffère de ce qu'elle sera à l'âge adulte que par une taille moindre et par l'absence de produits sexuels.

CŒLENTÉRÉS

Les Cœlentérés, dont nous avons détaché les Spongiaires, peuvent être également désignés sous le nom de Cnidaires, nom qui rappelle la présence des cellules urticantes dont ces animaux sont armés.

Les Cnidaires comprennent les animaux qui présentent une cavité gastro-vasculaire avec, d'ordinaire, un seul orifice extérieur, la bouche.

On doit les diviser au moins en trois sous-classes :

Les Scyphozoaires qui possèdent un véritable œsophage formé par une invagination ectodermique et des cloisons dans la cavité gastro-vasculaire, munies de filaments gastriques ou mésentériques ;

Les Hydrozoaires, qui n'ont pas d'œsophage d'origine ectodermique et pas de filaments gastriques ;

Enfin, les Cténophores, Cnidaires adaptés à la vie pélagique, chez lesquels on retrouve un œsophage ectodermique, mais pas de filaments gastriques et qui possèdent un organe sensitif au pôle aboral et huit rangées méridiennes de palettes ciliées.

Malgré le nombre immense de formes, l'organisation nous a paru assez simple pour être développée seulement dans un seul type, l'Actinie pour les Scyphozoaires et résumée pour les Hydrozoaires et les Cténophores.

CHAPITRE VIII

SCYPHOZAIRES. — L'ACTINIE

Par le Dr L. FAUROT
Docteur ès sciences naturelles.

L'HELIACTIS BELLIS (ELLIS)

Place dans la systématique. — Cette actinie du groupe des *Sagartiadæ* présente de grandes variations dans la couleur du disque oral et surtout des tentacules. Ces variations ont été décrites par Gosse, Andres. La forme des taches régulières qui ornent le plus souvent la base des tentacules a été considérée comme caractéristique, mais ces taches sont, non seulement variables, mais peuvent même complètement manquer.

Ces particularités font que l'*Heliactis bellis* se distingue difficilement du *Cylista viduata* (*Sagartia viduata*, Gosse). Anatomiquement, il ne paraît en différer que par la structure du sphincter vu sur une coupe radiale, ainsi que par l'épaisseur des parois et des cloisons.

Habitat. — Les *Heliactis bellis* sont très communs sur les côtes de la Méditerranée et de l'Océan. Généralement ils vivent fixés dans les anfractuosités des rochers. Souvent aussi ils sont enfoncés dans le sable ou la vase des plages, toujours fixés sur une pierre ou une coquille.

Dans les deux cas et en état d'épanouissement ils ne laissent apparaître à l'extérieur que leur disque tentaculaire. En état de contraction on aperçoit difficilement le sommet en partie introversé de la colonne ; en effet, ce sommet se trouve protégé par un revêtement de sable et de débris de coquilles fixés sur l'actinie au moyen de tubercules adhésifs que l'on a nommés : verrues. L'habitat normal de l'*H. bellis* paraît être de 1 à 30 mètres de profondeur dans la Méditerranée et l'Océan.

Synonymie. — *Heliactis bellis Sagartia* (Ellis); *Cereus pedunculatus* (Pennant) ; *Sagartia bellis ; Sagartia troglodytes* (Gosse).

Description extérieure. — Verrues. — La colonne très allongée et cylindrique s'évase plus ou moins en forme de coupe au niveau de son disque oro-tentaculaire. Sur les gros spécimens les bords de cette coupe sont ondulés, c'est-à-dire relevés et abaissés par places. Après un séjour d'environ vingt-quatre heures dans un récipient plein d'eau de mer, les grains de sable et les débris de coquilles dont est revêtue le sommet de la colonne se détachent, et l'on aperçoit les verrues blanchâtres auxquelles ils adhéraient.

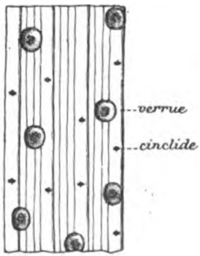


Fig. 70.
Surface extérieure de la colonne vue à un faible grossissement.

Les verrues existent sur toute la surface de la colonne, mais sont beaucoup plus volumineuses dans la région qui correspond au tiers supérieur. Cette région est d'ailleurs

la seule qui, recouverte de corps étrangers, soit visible à l'extérieur lorsque l'actinie se rétracte dans les anfractuosités ou dans le sable où elle est fixée. Il est évident que le revêtement a pour but de dissimuler la seule partie visible de l'animal.

Cinclides. — En outre des verrues, visibles à l'œil nu, on peut observer, mais seulement à l'aide de la loupe, de petits points noirs qui sont des orifices s'ouvrant dans la

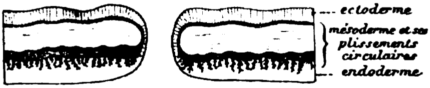


Fig. 71.
Coupe radiale de la colonne passant par un cinclide.

cavité du corps ; ces orifices sont les cinclides dont A. v. Heider [1] a nié l'existence. Tandis que les verrues sont dispersées irrégulièrement (sauf peut-être vers la base) sur toute la surface de la colonne, les cinclides au contraire sont répartis en des places bien déterminées à la région moyenne de celle-ci. Nous verrons à propos des cloisons que ces orifices s'ouvrent toujours dans des loges et jamais dans les interloges.

Orientation. — Au centre du disque tentaculaire, la bouche, linéaire en état d'épanouissement, est limitée par deux lèvres formées par douze saillies (six à chaque lèvre) et réunies par deux commissures. Cette disposition a été signalée en premier

[1] A. v. Heider, 1877. *Sagartia troglodytes.* Ein Beiträg zur Anatomie der Actinien. Graz.

lieu par Hollard[1]. Depuis, M. le professeur de Lacaze-Duthiers à fait remarquer qu'un tentacule était placé en face de chaque commissure.

A l'aide de la fente buccale, des deux tentacules commissuraux on peut donc orienter l'actinie, car l'axe commissural divisera le disque oro-tentaculaire (composé de 6 + 6 + 12 + 24 et souvent de + 48, + 96 tentacules) en deux moitiés symétriques comprenant chacune trois systèmes de ces prolongements de la cavité du corps.

Mais en outre, ainsi que l'a observé P. Fischer[2], il arrive fréquemment chez l'*Heliactis bellis* que l'un des deux tentacules commissuraux est un peu plus long et d'une couleur plus vive que tous les autres tentacules. « Son importance morphologique, dit-il, doit être considérable si, comme je le pense, il n'est autre chose que le premier tentacule formé par l'embryon[3]. »

Il est à remarquer que ce premier tentacule formé, correspond à la partie conventionnellement nommée « dorsale »[4], et que le tentacule commissural opposé corres-

[1] Hollard, 1851. Monographie du genre *Actinia*. Annales des sciences naturelles, t. XV, 3e série.

[2] P. Fischer, 1887. *Contribution à l'actinologie française*, dans Arch. zool. expér. et gén.

[3] « On sait, ajoute-t-il, depuis le travail de Lacaze-Duthiers sur l'embryogénie des Actinies, que le premier tentacule formé est placé dans le prolongement de l'axe de la bouche et qu'il est au début beaucoup plus grand que les autres. »

[4] Chez l'embryon à huit cloisons Kölliker est le premier qui ait employé les expressions : dos et ventre, pour désigner les deux extrémités du plan commissural des Alcyonnaires. Elles me paraissent préférables aux mots : antérieur et postérieur, qui semblent plutôt devoir désigner les extrémités buccale et pédieuse, orale et aborale de l'Actinie. *Dos* et *ventre* ont été empruntés aux botanistes qui chez les fleurs zygomorphes nomment : ventral, le côté

pond à la partie nommée « ventrale » ; il sera donc possible de distinguer extérieurement chez l'*Heliactis bellis* une moitié droite et une moitié gauche.

Histologie des parois. — Disque oro-tentaculaire, disque pédieux, colonne et son sphincter.

Des trois couches : ectoderme, mésoderme, endoderme, dont les parois sont composées; c'est le mésoderme qui me paraît avoir la structure la plus difficile à définir. Pour l'étude des deux autres couches je renvoie à l'étude très détaillée qu'en ont faite les Hertwig[1].

Sur un tentacule ouvert et étalé par le procédé que j'indique à la fin de ce chapitre, si on enlève complètement, à l'aide d'un pinceau ou le plat d'une aiguille, les cellules ecto et endodermales, on constate à un fort grossissement que le mésoderme transparent a un aspect fibrillaire dont les éléments sont dirigés suivant la longueur du tentacule.

Entre les fibrilles sont des corpuscules, la plupart fusiformes, dont le plus grand axe est orienté dans le même sens que les fibrilles.

Ce sont (Kölliker, Heider, O. et R. Hertwig) des cellules du tissu conjonctif et, ainsi que le font remarquer ces derniers, si on fait varier le foyer de l'objectif, on peut mettre au point, en outre d'une couche de fibrilles longitudinales, une autre couche de fibrilles transversales

tourné vers la tige ; de même Kölliker a nommé : ventral, chez un individu de Pennatule, la partie tournée vers la tige de la colonie. Pour plus de détails voir Faurot, 1895. *Actinies*, Arch. zool. exp. et gén., p. 59.

[1] O. et R. Hertwig, 1879. *Die actinien.*

(circulaires) qui revêt le côté endodermal du tentacule.

Le mésoderme de l'*Heliactis bellis* a une faible épaisseur et ne peut être étudié, au moyen de coupes, aussi facilement que chez d'autres Actinies. Sur les coupes transversales de tentacules on aperçoit cependant, du côté ectodermal, des saillies très fines déterminées par les plissements longitudinaux du mésoderme. Sur les coupes longitudinales, au contraire, c'est la face endodermale qui est seule revêtue de saillies, lesquelles sont dues aux plissements circulaires de la même couche.

Selon A. v. Hertwig, ces plissements longitudinaux et circulaires sont revêtus de fibrilles musculaires lisses dirigées dans le même sens que les plissements eux-mêmes [1].

Dans le disque oral la structure du mésoderme est semblable à celle des tentacules, les plissements longitudinaux y paraissent plus saillants.

A la face endodermale de la colonne on voit se continuer les plissements circulaires des tentacules ; la face ectodermale est au contraire privée de plissements longitudinaux. Selon les idées émises par O. et R. Hertwig, la colonne des Actinies n'aurait pas d'autres muscles en dehors des fibrilles circulaires endodermales, le mésoderme y étant formé tout entier par du tissu conjonctif.

D'après mes observations sur *H. bellis* et d'autres Actinies [2] plus favorables à l'étude, le mésoderme de la colonne *non contractée* paraît être formé de lamelles hya-

[1] Une question importante est de savoir si ces fibrilles dépendent du mésoderme ou bien des cellules ectodermales et endodermales. Voir plus loin *Histologie des cloisons*.

[2] Faurot. *Arch. zool. exp.*, 1895, p. 67.

lines disposées concentriquement à l'axe de la colonne. Ces lamelles paraissent elles-mêmes composées de fibrilles qu'il est impossible d'isoler par les dissociations. En état de contraction les lamelles forment de nombreux plis et replis n'apparaissant plus concentriques, mais plus ou moins enchevêtrés, ce qui provient de ce que les coupes les traversent dans des directions multiples.

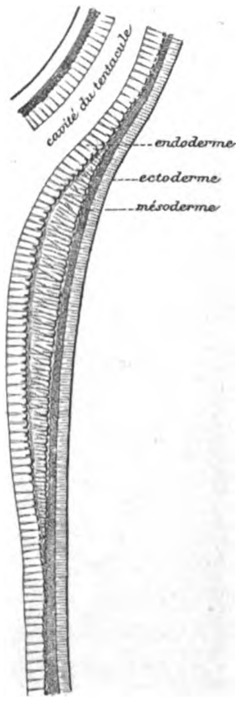


Fig. 72.
Coupe radiale du sphincter.

La structure du disque pédieux ne diffère pas essentiellement de celle de la colonne. Ce disque résulte d'ailleurs de l'aplatissement, par fixation à l'état embryonnaire, de l'extrémité inférieure de la colonne.

Sphincter. — Sur des coupes longitudinales radiales, on observe à la partie supérieure de la colonne correspondant au disque tentaculaire une structure particulière du mésoderme (fig. 72), que Heider[1] a très imparfaitement figurée et décrite. Elle présente l'aspect d'un réseau séparé de l'ectoderme par une bande mésodermique et de l'endoderme par les plissements circulaires. On a attribué à ce réseau formé de lamelles également circulaires, la fonction d'un sphincter contribuant par sa contraction à fermer le disque oro-tentaculaire, lorsque

[1] A. V. Heider. *Loc. cit.*, Taf. V, fig. 31, p. 401.

celui-ci est introversé dans la colonne. A mon avis, chez l'*Heliactis bellis*, il a surtout pour but, en rendant la paroi plus lâche et plus extensible, de faciliter les alternatives de rétraction et d'évasement du sommet de la colonne.

Appareil digestif. — Œsophage, entéroïdes, acontia. — Le disque oro-tentaculaire s'infléchit au niveau de

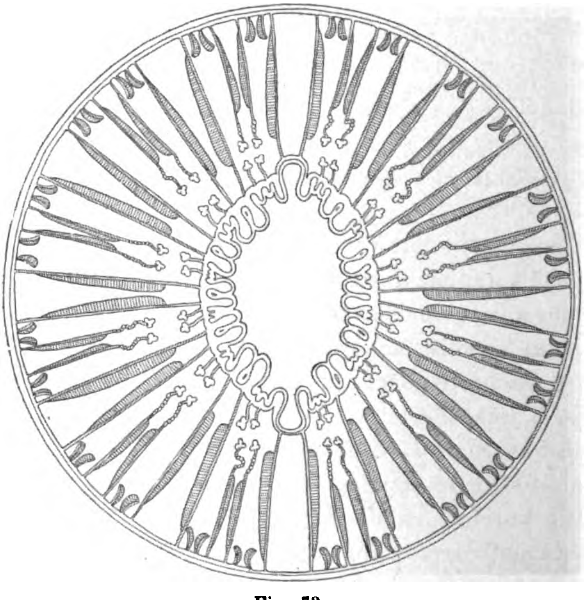


Fig. 73.
Jeune H. bellis. Coupe au niveau de l'œsophage.

l'orifice buccal pour former l'œsophage dont la cavité est tapissée par l'ectoderme, beaucoup plus riche ici, en cellules glandulaires qu'à la surface extérieure du corps.

Les douze bourrelets buccaux se prolongent intérieurement en autant de bourrelets œsophagiens entre lesquels s'intercalent des bourrelets secondaires (fig. 73).

Aux deux commissures buccales font suite deux *sillons commissuraux œsophagiens* que Hollard a le premier signalés, établissant ainsi la bilatéralité des Actinies. Ce sont les « gouttières » de Hollard, les *Schlundrinn* de O. et R. Hertwig, les *Siphonoglyphs* de Hickson. Les deux sillons œsophagiens se prolongent un peu plus bas que le bord inférieur de l'œsophage.

Entéroïdes (*Craspeda* de Gosse). — Sur une série de coupes transversales comprenant l'extrémité inférieure de l'œsophage et la portion supérieure des cloisons, on constate que les douze plus gros bourrelets de l'œsophage en abandonnant cet organe se continuent inférieurement sur toute la longueur du bord libre des douze principales cloisons. Chacun de ces prolongements [1], offrant en coupe l'aspect d'un trèfle, bordent les cloisons en se contournant dans tous les sens, aussi ont-ils été nommés « entéroïdes » [2] par M. de Lacaze-Duthiers.

Le lobe médian du trèfle contient dans son épithélium une grande quantité de cellules glandulaires, sa fonction est donc vraisemblablement sécrétoire et jouerait un rôle, peut-être le principal, dans la digestion.

Sur une préparation à l'état vivant, on peut juger que les cils vibratils qui recouvrent ce lobe médian ainsi que

[1] Des prolongements semblables existent sur la plupart des autres cloisons, mais leur origine œsophagienne n'est pas possible à constater.

[2] Leur structure a été décrite par Hertwig. *Loc. cit.*

les deux lobes latéraux sont remarquablement actifs ; on y voit en outre que ces derniers lobes sont formés de saillies accolées les unes aux autres, disposition paraissant destinée, ainsi que la forme très contournée de l'entéroïde tout entier, à augmenter la surface d'absorption des sucs alimentaires.

Il est à remarquer qu'au-dessous de la portion génitale des cloisons, le lobe médian persiste seul (chez certaines Actinies il s'allonge extraordinairement), tandis que les deux lobes latéraux diminuent et finissent par disparaître dans la partie basale. Cette dernière particularité s'explique aisément puisque la cloison elle-même diminue dans toutes ses parties et devient graduellement rudimentaire à mesure qu'on l'examine plus près de son extrémité inférieure.

ACONTIA. — On admet que les orifices décrits sous le nom de cinclides (Gosse) ont pour but de donner issue aux Acontia (Gosse), longs filaments bourrés de nématocystes et considérés jusqu'à présent uniquement comme des organes de défense. Toutes les Actinies pourvues d'Acontia sont, en effet, munies de cinclides, et j'ai observé chez l'*Heliactis bellis* et *Sagartia parasitica*, que les deux paires de cloisons commissurales, sont, parmi les six du premier ordre, seules dépourvues d'Acontia, et que les loges qu'elles limitent sont également privées de cinclides.

Les Acontia jaillissent souvent par les cinclides ; souvent aussi, ils font issue par la bouche ; souvent même, ils ne sont pas rejetés malgré les fortes contractions de l'Actinie. Leur très grande longueur fait qu'ils remplissent toute la cavité du corps. Chez une Actinie à parois trans-

lucides (*Aiptasia*), on les voit flotter jusque dans l'intérieur des tentacules. Il sont rarement rejetés tout entiers.

Les Acontia sont fixés, par une de leurs deux extrémités, au bord libre des cloisons, au-dessous de la région génitale de celles-ci. Ils manquent, ai-je dit, aux paires de cloisons commissurales. La région génitale des cloisons de troisième ordre étant très courte, les acontia y sont fixés à un niveau très rapproché de la partie supérieure de la colonne. Contrairement à l'opinion d'Hertwig, ils peuvent donc naître dans le voisinage de l'œsophage.

La structure histologique des Acontia diffère peu de celle du lobe médian des entéroïdes; les cellules glandulaires ne m'y ont pas paru s'y trouver moins nombreuses. Chez l'*Aiptasia*, j'ai constaté que les Acontia naissent, plusieurs par cloisons, directement des Entéroïdes. Aussi, il me paraît vraisemblable que les Acontia, tout en étant des organes de défense, peuvent être, aussi bien que les Entéroïdes, des organes de digestion.

Cloisons. — Les cloisons sont, on le sait, de largeur différente, suivant l'ordre auquel elles appartiennent. Elles ne sont pas toutes semblablement constituées, car sur un *Heliactis bellis* à quatre ordres de cloisons, on voit (fig. 74) que : 1° les six paires de premier ordre sont seules percées d'un orifice et leur bord interne ne devient libre qu'à l'extrémité inférieure de l'œsophage. Seules, à leur attache à l'œsophage, elles correspondent à un gros bourrelet œsophagien. Contrairement à l'assertion d'Hertwig [1], qui les décrit comme toujours stériles, elles sont pourvues de cellules sexuelles, sauf cependant à une période

[1] Hertwig. *Challenger report*. Sagartidæ.

avancée de leur croissance. Leur bord libre est muni d'un Entéroïde, et à l'exception des deux paires de cloisons commissurales, un Acontium y est fixé. Dans leur épaisseur existe un puissant muscle longitudinal.

2° Le bord interne des six paires de deuxième ordre devient libre au niveau du tiers supérieur de l'œsophage.

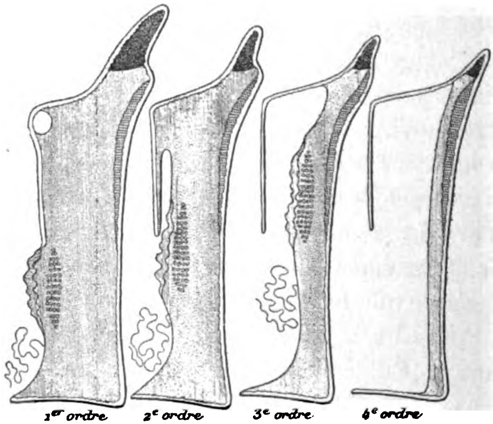


Fig. 74.
Quatre cloisons de l'H. bellis.

Ces paires possèdent cellules sexuelles, entéroïdes et acontia. Le muscle longitudinal est moins développé que dans les paires de premier ordre.

3° Les douze paires de troisième ordre, beaucoup plus étroites, ne s'insèrent pas à l'œsophage ; elles possèdent cellules sexuelles, entéroïdes et acontia. Les entéroïdes ainsi que l'attache des acontia sont situées derrière l'œsophage (sur les *Heliactis* bien épanouis). Le muscle longitudinal est rudimentaire.

4° Les vingt-quatre paires de quatrième ordre ont l'aspect d'un mince cordon formant très peu de saillie sur la paroi. Ni cellules sexuelles, ni entéroïdes, ni acontia, ni muscle longitudinal.

En somme, on voit que du premier au dernier ordre il y a décroissance graduelle dans le développement des paires de cloisons. Il est à remarquer que cette décroissance ne se produit pas seulement d'après l'ordre des paires ; car si on examine une série complète de coupes longitudinales on verra que toutes les parties constituantes de chacune des cloisons, quel que soit l'ordre auquel elles appartiennent, diminuent progressivement depuis le disque oral jusqu'au disque pédieux. Ceci démontre que la formation des cloisons s'est d'abord faite à la partie supérieure de l'Actinie pour se continuer jusqu'au centre du disque pédieux.

Muscle unilatéral. — L'appareil musculaire de l'*Heliactis bellis* est plus simple que celui de beaucoup d'Actinies. Ils ne se compose que du faisceau unilatéral de lamelles longitudinales dont Hollard a le premier signalé la présence chez les Zoanthaires.

Lorsque deux cloisons voisines ont leur muscle unilatéral en regard l'un de l'autre, elles constituent une paire.

« Non seulement, dit Hollard, les cloisons s'associent conformément à leur rapport de grandeur et d'épaisseur, mais deux cloisons associées se regardent toujours par leurs faces homologues. »

De cette citation il résulte que Hollard a reconnu deux sortes d'intervalles dans l'ensemble des cloisons : ceux

qui séparent deux cloisons formant une paire et ceux qui séparent deux paires voisines. Depuis, on a donné différents noms à ces intervalles : « binnenfachen et zwischenfachen, chambres et interchambres, endocœles et exocœles. »

J'ai désigné par *loge* l'intervalle qui sépare les deux cloisons d'une même paire et par *interloge* l'intervalle qui sépare deux paires voisines. On sait (Schneider et Rottenken) que les deux loges correspondantes aux deux tentacules commissuraux ont leurs muscles unilatéraux orientés à l'inverse des autres loges. A ces deux *loges commissurales* ils donnèrent le nom de : *loges de direction*. Les interloges sont limitées par des cloisons à muscles orientés dans le même sens que dans les deux loges commissurales.

Je ferai cependant remarquer qu'il y a exception à cette règle, même chez les Actinies à très grand nombre de cloisons, pour les quatre interloges voisines des deux loges commissurales. Dans chacune de ces interloges *un* muscle unilatéral fait saillie. A l'inverse de tous les autres intervalles les cloisons ne s'y regardent donc pas par leurs faces homologues [1].

Particularités distinctives des loges et des interloges. — On sait que les paires de cloisons ne naissent jamais dans les loges, mais toujours dans les interloges.

Il résulte de mes recherches chez diverses hexactinies qu'il existe d'autres particularités contribuant à caractériser encore plus nettement les loges et permettant de con-

[1] En outre, après le stade 12, ces cloisons ont des largeurs inégales.

sidérer les interloges uniquement comme des intervalles destinés à la production de nouvelles paires de cloisons.

1° Chez l'*Anthea cereus* les premières cellules sexuelles se forment toujours sur les faces loculaires des cloisons, jamais sur les faces interloculaires ; la mollesse de ces cloisons est cause que les cellules devenues bientôt très nombreuses et très pressées les unes contre les autres font ensuite saillie sur les deux faces.

Il est très vraisemblable que cet important fait embryogénique existe chez toutes les Actinies.

2° Chez le *Sagartia parasitica* les ouvertures nommées *cinclides* s'ouvrent dans les loges, jamais dans les interloges. Les loges commissurales font, seules, exception et sont privées de cinclides. J'ai dit plus haut que les cloisons qui limitent ces deux loges sont en outre privées d'acontia. Ces deux nouvelles particularités doivent probablement aussi, être communes à toutes les Sagastiadées.

3° Sur l'*Heliactis bellis* ainsi que chez la plupart des Actinies les tentacules loculaires sont toujours plus longs que les inlerloculaires. Cette plus grande dimension correspond d'ailleurs à une largeur des loges plus grande que celle des interloges. Cette différence de largeur, déjà signalée par Hertwig, ne s'observe bien que dans la partie supérieure de la colonne.

Orientation. — La situation caractéristique des muscles unilatéraux sur les cloisons commissurales fait reconnaître facilement les deux moitiés latérales d'une coupe ransversale d'*Heliactis bellis* (fig. 73). Quant aux extré-

mités « dorsale et ventrale », elles ne peuvent se reconnaître que sur les embryons à huit cloisons [1].

Attache des cloisons aux parois du corps. — Pour Heider, O. et R. Hertwig de forts tractus de fibres conjonctives unissent transversalement les parois, colonne, disque oraux et pédieux aux cloisons. Cette union est faible, car elle ne se produit qu'à la surface des plissements circulaires qui revêtent la paroi du corps ; il existe des lacunes entre les plissements.

Histologie des cloisons. — Heider décrit le mésoderme des cloisons de l'*Heliactis bellis* comme formé « au milieu, de tissu conjonctif lâche et sur les côtés de tissu fibreux à fibrilles en grande partie horizontales ».

De même que pour la paroi, le mésoderme des cloisons a une structure encore mal définie ; il m'a semblé être constitué par des lamelles contractiles fibrillaires. La direction générale de ces lamelles est radiale mais celles-ci peuvent, par suite de leurs contractions, s'incurver dans tous les sens, sans qu'il y ait parallélisme.

Le muscle unilatéral est composé des plis et des replis de ces mêmes lamelles.

Sur des coupes transversales de ce muscle, on voit au moyen d'un très fort grossissement, à la surface des plis

[1] Voir Faurot. *Arch. zool. exp.*, 1895, p. 59. Parker, généralisant un fait que j'ai signalé comme spécial à deux Actinies et à quelques Zoanthides, me fait dire une erreur au sujet de l'orientation. G.-H. Parker. *The mesenteries and siphonoglyphs in metridium marginatum.* Bull. of the Mus. of Comp. Zool. Harward College, 1897, vol. XXX, n° 5, p. 268.

[2] Heider. *Loc. cit.*, p. 407.

et replis, un revêtement de très fines saillies ayant souvent l'aspect de barbelures ; elles sont semblables à celles que l'on observe sur les plissements circulaires de la colonne.

Ces barbelures, qui apparaissent fréquemment comme des granulations brillantes, sont, d'après O. et R. Hertwig, les coupes de fibrilles musculaires lisses dépendantes de l'endoderme.

Contrairement à cette opinion et malgré les généralisations morphologiques sur lesquelles elle est appuyée, mes observations me font présumer que ces fibrilles, peut-être en rapport de continuité avec les cellules épithélio-musculaires endodermales, font partie intime des replis mésodermaux des cloison. En effet, ces fibrilles ne se laissent pas isoler par les dissociations, et ne se séparent du mésoderme que par arrachement[1].

Système nerveux. — Chez *Heliactis bellis*, Heider a observé dans la partie profonde de l'ectoderme du disque oral et des tentacules une couche finement granuleuse renfermant de nombreux amas, semblables à des ganglions (ganglienartigen). Il nomme cette couche : interbasalsubstanz. C'est la nervenfaserschicht de O. et R. Hertwig[2].

[1] Heider (*loc. cit.*, p. 383) ne les a pas isolés sans déchirure et les représente (Taf. III, fig. 15) sans noyau distinct. O. et R. Hertwig les ont dessinés (Taf. V, fig. 7) avec un noyau ; mais celui-ci, situé en dehors de la fibrille, lui appartient-il réellement ? Sur ce point essentiel, ces histologistes disent (*Die Actinien*, p. 20) que les fibrilles musculaires, à l'exception du peu d'Actinies (lesquelles ?) « nur locker der Oberflache der Stutzlamelle anhaften », tandis que plus loin, page 32, ils disent au contraire que ces fibrilles « haften aber immerhin ihrer Unterlage fester an als der Epithelschicht ».

[2] O. et R. Hertwig. *Loc. cit.*, p. 25, 38, 75.

Organes génitaux. — Ainsi que cela est la règle chez la plupart des Actinies, les sexes sont séparés. Selon Heider, les cellules sexuelles se développent dans le mésoderme de la cloison. O. et R. Hertwig ont reconnu (*Sagartia parasitica, Cerianthus membranaceus*) que ces cellules naissent dans l'endoderme pour émigrer ensuite dans le mésoderme. Il a été dit plus haut que sur l'*Anthea cereus*, j'ai vu les premières cellules génitales se développer sur la face loculaire des cloisons.

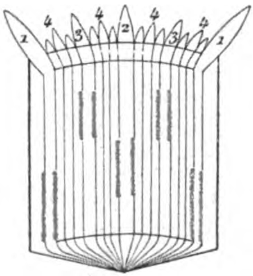


Fig. 75.
Un des six systèmes d'H. bellis à quatre ordres de paires de cloisons.

D'après mes observations, le degré de maturité des ovules se produit successivement selon l'ordre de largeur des cloisons ; c'est-à-dire que ce sont d'abord les paires de premier ordre, puis celles de second ordre, puis celles de troisième ordre, etc., qui cesseront d'être fertiles.

Dans la figure 75 représentant un des six systèmes de paires de cloisons chez un *Heliactis bellis* très jeune, on voit que l'étendue occupée par les ovules, sur une paire de cloisons est d'autant plus longue que cette paire est d'ordre plus élevé.

On y voit en outre que la portion des cloisons occupée par ces ovules est d'autant plus rapprochée du disque pédieux que ces cloisons sont également d'ordre plus élevé. Dans la figure 76 et la figure 77, les quatrièmes paires seules, y sont fertiles dans toute leur étendue. Les niveaux auxquels commencent et finissent les portions génitales

des cloisons n'y sont pas, comme précédemment en rapport avec l'ordre des cloisons.

D'autres observations encore plus nombreuses que les miennes permettraient sans doute de trouver la raison de

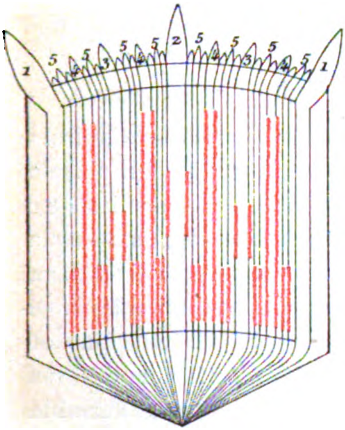


Fig. 76.

Un des six systèmes d'H. bellis à cinq ordres de paires de cloisons. Le premier ordre est stérile.

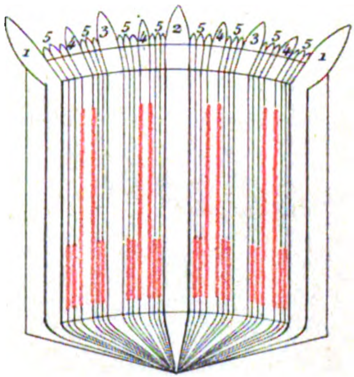


Fig. 77.

Un des six systèmes d'H. bellis à cinq ordres de paires de cloisons. Le premier ordre, le second, le troisième ordre sont stériles.

ces singularités fréquentes chez les *Heliactis bellis* et les *Sagartia parasitica* âgés.

Développement des loges et des interloges, des tentacules loculaires et des tentacules interloculaires. — La cavité du corps des *Heliactis bellis*, de même que celle de beaucoup d'autres Actinies, peut fréquemment contenir des embryons déjà pourvus de deux

et même de trois cycles de tentacules, mais cette viviparité n'est pas constante.

M. le professeur de Lacaze-Duthiers[1] a décrit les différents stades du développement à 2, 4, 8, 12, 24, etc., cloisons et tentacules. J'ai plus tard[2] poursuivi les mêmes études, mais avec le dessein d'observer tout particulièrement le mode de formation des loges, interloges et de leurs prolongements extérieurs. Cette formation commence au stade 8.

Stade 8. — A. *Cloisons*[3]. — Les cloisons commissurales 4,4-3,3 (fig. 78) avec l'orientation spéciale de leurs muscles unilatéraux forment les deux loges commissurales. Les quatre autres cloisons 1,1-2,2, ont leurs muscles unilatéraux dirigés vers l'extrémité qui a été désignée sous le nom de « ventrale » par Hertwig. Parmi les six intervalles latéraux, placés entre les chiffres 4 et 3, deux seulement (entre les cloisons 4 et 2) ne seront pas divisés, au stade 12, par des cloisons. Ce sont deux interloges. A ce stade de 8 cloisons il n'existe donc que deux loges (les commissurales) et deux interloges.

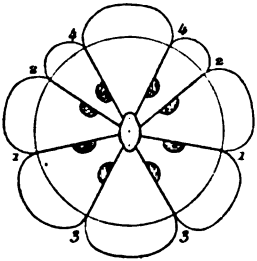


Fig. 78.
Embryon à 8 cloisons et 8 tentacules. Les tentacules sont représentés, de même que dans les trois figures suivantes, par des demi-circonférences.

[1] De Lacaze-Duthiers. *Développement des Coralliaires*. Arch. Zool. exp., 1872.
[2] Faurot. *Loc. cit.* Développement, p. 79. *Ilyanthus*, p. 154. *Tealia*, p. 176.
[3] Dans les figures 78, 79, 80, 81, les chiffres 1, 2, 3, 4, 5, 6, indiquent l'ordre d'apparition par couple des 12 premières cloisons.

B. *Tentacules.* — Par l'étude du développement j'ai démontré que chez les Hexactinies les tentacules prolongeant les interloges sont toujours plus petits que les tentacules loculaires. C'est pourquoi, à ce stade 8 où il n'existe que deux interloges, sur huit tentacules, les deux interloculaires sont un peu plus petits.

STADE 12. — A. *Cloisons.* — A côté des quatre cloisons 1,1-2,2 et du côté ventral apparaissent deux autres couples 5,5-6,6 (fig. 79), dont les muscles unilatéraux font vis-à-vis aux muscles unilatéraux des quatre premières, constituant ainsi quatre loges latérales et quatre interloges latérales; ce qui avec les deux loges commissurales et les deux interloges du stade 8 fait six loges et six interloges.

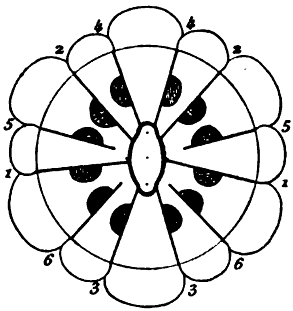


Fig. 79.
Embryon à 12 cloisons et à 12 tentacules.

B. *Tentacules.* — Les cloisons naissant toujours avant les tentacules, les quatre loges et interloges, formées comme il vient d'être dit, n'ont tout d'abord pas de prolongements qui leur soient spéciaux.

Par conséquent, au début, quatre des tentacules latéraux du stade 8 communiquent chacun avec une des quatre loges et une des quatre interloges apparues au stade 12. Mais bientôt, quatre nouveaux tentacules naissent, chacun d'eux prolongeant uniquement les quatre nouveaux interloges.

Ces tentacules interloculaires auront une longueur égale

à celle des deux interloculaires du stade 8. Il en résulte que les quatre grands tentacules latéraux du stade 8 sont devenus exclusivement loculaires en conservant avec les deux loculaires commissuraux une longueur plus grande que celle des interloculaires; à la fin de ce stade 12 il y a donc six tentacules loculaires (1[er] cycle) et six tentacules interloculaires (2[e] cycle).

Stades 24, 48, etc. — A. *Cloisons.* — M. le professeur de Lacaze-Duthiers a, le premier, montré qu'après le

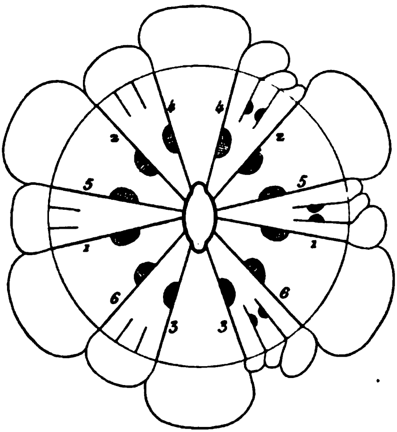


Fig. 80.

Hexactinie au stade 24. La moitié gauche de la figure représente les rapports des cloisons naissantes avec les tentacules interloculaires du stade 12. La moitié droite représente ces mêmes rapports avec les tentacules naissant au stade 24.

stade 12 les nouvelles cloisons apparaissaient toujours par paires, c'est-à-dire (d'après les définitions, données plus

[1] Faurot. *Loc. cit.*, p. 84.

haut, des paires et des loges) que, entre deux loges apparaît une seule loge nouvelle, celle-ci étant séparée de ses deux voisines par deux nouvelles interloges.

Le stade 12 correspondant à la présence de six loges, c'est dans les six interloges qu'apparaîtront les nouvelles

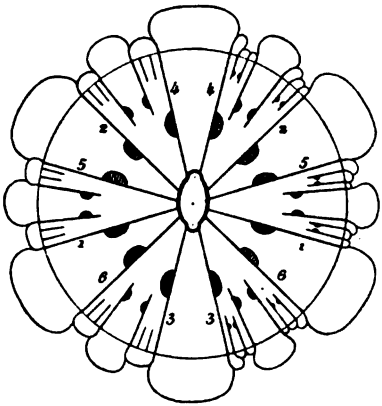


Fig. 81.

Hexactinie au stade 48. La moitié gauche de la figure représente les rapports des cloisons naissantes avec les tentacules interloculaires du stade 24. La moitié droite représente ces mêmes rapports avec les tentacules naissant du stade 48.

paires de cloisons. Au stade 24 cloisons fig. 11 il y aura donc douze loges séparées par un nombre égal d'interloges.

Pour la formation des stades suivants : 48, 96 cloisons, il se formera de même autant de loges nouvelles qu'il y a de loges déjà formées; c'est-à-dire qu'il se formera douze nouvelles loges entre les douze du stade 24 cloisons, vingt-quatre entre les vingt-quatre du stade 48 cloisons, etc.

B. *Tentacules.* — Les figures 79, 80, 81, montrent suffisamment qu'à partir du stade 12 tentacules et à chaque stade nouveau :

1° Il se forme autant de loculaires qu'il y en avait au stade précédent, c'est-à-dire qu'il s'en forme six entre chacun des six du stade 12, douze entre chacun des douze du stade 24, etc. ;

2° Les interloculaires du stade précédent sont toujours repoussés latéralement dans une des deux nouvelles interloges chaque fois qu'un loculaire nouveau apparaît entre deux loculaires plus anciens. En même temps que les nouveaux loculaires ou peu après, apparaissent aussi les nouveaux interloculaires pour les interloges restées sans prolongements ;

3° La rangée la plus externe de tentacules, c'est-à-dire le dernier cycle est formé exclusivement par *tous* les interloculaires.

Ajoutons que la grosseur et la longueur des loculaires est toujours en rapport avec l'âge du cycle dans lequel ils sont apparus, les plus grands étant les premiers nés et formant par conséquent le premier cycle[1].

Méthodes histologiques. — En ajoutant à de longs intervalles et en petite quantité une solution concentrée d'acide chromique ou picrique à l'eau de mer dans laquelle sont conservées des Actinies vivantes et bien épanouies,

[1] Certaines Actinies (*Anthea cereus*, *Gephyra*, *Dornhii Anemonia Contarini* (et divers *Sagartia* échappent aux règles indiquées ci-dessus. La disposition en ordres et en cycles y est très irrégulière. C'est en recherchant la cause de ces irrégularités que j'ai découvert que chez l'*Anthea cereus* les ovules apparaissent d'abord sur les faces loculaires des cloisons.

on peut les tuer en ne provoquant que des contractions très faibles.

Dès que celles-ci ont complètement cessé, ce qui peut arriver avant la mort complète, il est très important d'injecter fortement à plusieurs reprises par l'œsophage une assez grande quantité de solution fixatrice.

La quantité d'acide et le temps nécessaire pour tuer les Actinies en état d'épanouissement sont variables suivant les espèces. Il en est (*Ilyanthus parthenopeus*) chez lesquelles on ne pourra éviter la contraction.

Le formol à 4 p. 100 est un très bon fixateur. Pour les dissociations, se servir du liquide acéto-osmique des Hertwig.

Pour fixer très rapidement les tentacules en état d'épanouissement, on saisit dans l'anse d'un fil assez gros un ou plusieurs tentacules et on serre brusquement de manière à ce que le liquide intérieur soit complètement emprisonné dans la partie située au-dessus de la ligature.

En procédant de cette façon, et en ayant soin, avant de serrer le fil, de ne pas frôler l'épithélium, les parois tentaculaires ne se rétractent pas.

On coupe au-dessous de la ligature et on transporte la partie excisée dans la liqueur de Ripart et Petit ou celle de Flemming.

Après que la fixation s'est produite, on ouvre le tentacule, suivant sa longueur, au moyen de fins ciseaux passés dans la cavité, on colore et on étale à plat sur une lame de verre.

CHAPITRE IX

HYDROZOAIRES ET CTÉNOPHORES

RÉSUMÉ

Par L. BOUTAN

Maître de conférences de zoologie à l'université de Paris.

Chez tous les Hydrozoaires, la bouche conduit sans, intermédiaire, dans la cavité gastrique ; il n'y a pas d'œsophage d'origine endodermique et pas de filaments gastriques.

Les produits sexuels dérivent presque toujours de l'ectoderme, et les sexes sont séparés.

Comme type nous prendrons l'Hydre d'eau douce, *Hydra viridis*, dont nous indiquerons brièvement les principales particularités d'organisation (fig. 82 et 83).

L'Hydre d'eau douce appartient à l'ordre des Hydroïdes qui, avec l'ordre des Hydroméduses et des Siphonophores, constitue la sous-classe des Hydrozoaires.

Si l'on transporte une Hydre dans un verre de montre et, si on l'observe à la lumière directe et à la lumière transmise[1] après l'avoir mise dans de l'eau bien claire, on est frappé de l'aspect cylindrique du corps, terminé d'un

[1] Si on a le choix, on prendra une Hydre brune, les vertes sont plus difficiles à observer, à cause de la présence de la chlorophylle.

côté par un disque aplati, le pied ou la base, et de l'autre par la bouche.

Dans l'intérieur du cylindre, on aperçoit une cavité centrale ayant la forme d'un canal qui aboutit à la bouche.

Tout autour de cet orifice et au-dessous des tentacules,

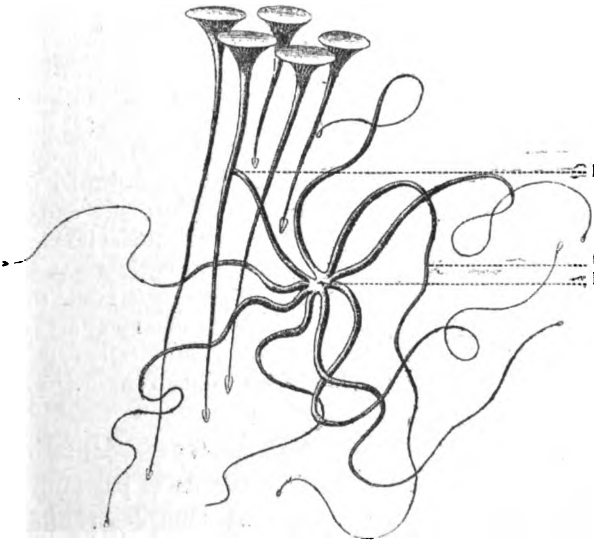


Fig. 82.
Hydre d'eau douce fixée sur des lentilles d'eau.

on distingue les testicules, sous forme de petits mamelons. Près de l'autre extrémité du corps, l'ovaire plus volumineux est facilement visible ainsi que les bourgeons qui peuvent déjà offrir la forme de petites Hydres prêtes à se détacher. Tout dépend de l'état plus ou moins avancé de ces organismes nouveaux.

Les parois du corps sont bourrées de nématocystes. Ceux-ci sont constitués par une capsule contenant un filament enroulé avec trois courtes épines qui partent de la base du filament. On peut les voir distinctement en comprimant les parois du corps de l'Hydre avec une lamelle de verre.

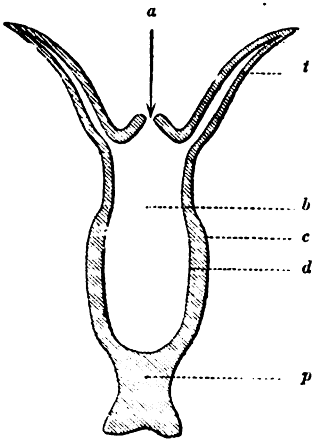


Fig. 83.

Hydre d'eau douce (schéma).

a, bouche. — *b*, cavité gastro-vasculaire. — *c*, ectoderme. — *d*, endoderme. — *p*, pédoncule. — *t*, tentacules.

Huxley indique un moyen simple de les faire apparaître : il suffit d'ajouter à la préparation une couleur d'aniline : les cellules se colorent rapidement; elles émettent leurs nématocystes et les filaments de ces derniers sortent de la cavité qui les renfermait. On obtiendra le même résultat en ajoutant à la préparation une solution très faible d'alcool.

Ces animaux se reproduisent par voie sexuelle et par bourgeonnement. Les testicules se forment dans des renflements sphériques de l'ectoderme, immédiatement au-dessous des tentacules.

Les ovaires sont plus rapprochés du pédoncule qui permet à l'animal de se fixer, et contiennent chacun un œuf.

En résumé, *l'animal est constitué par un sac formé de deux membranes : l'ectoderme et l'endoderme ; les tentacules forment des diverticules de ce sac, et l'intérieur du sac représente la cavité digestive. Les parois sont bourrées de nématocystes ou cellules urticantes.*

Les Hydres sont des animaux isolés qui peuvent former, il est vrai, des bourgeons; mais ces bourgeons se détachent de bonne heure et ne constituent pas des colonies.

Les Hydraires proprement dits donnent, au contraire, naissance à des colonies ramifiées.

Comme chez l'Hydre, le corps se compose d'une double enveloppe, correspondant à l'ectoderme et à l'endoderme.

L'ectoderme forme l'enveloppe du corps ; l'endoderme limite les cavités internes. Mais tandis que chez l'Hydre, la cavité du corps représente un simple petit sac, correspondant à un seul individu, dans les Hydraires proprement dits, la cavité du corps est ramifiée et correspond à plusieurs individus.

La colonie prend alors l'aspect d'un petit arbre dont la base se fixe sur un corps solide quelconque, et dont les rameaux correspondent aux différents individus.

C'est l'aspect que présente le *Cordylophora lacustris* qu'on trouve dans les mares.

Le *Cordylophora*, comme les Hydres, ne se reproduit pas seulement par bourgeonnement mais aussi par voie sexuelle. On trouve dans les parois du corps, des œufs et des spermatozoïdes.

Les œufs après la fécondation donnent naissance à de nouveaux individus, et par bourgeonnement, à de nouvelles colonies.

Dans les *Cordylophora*, les bourgeons dans lesquels se sont développés les produits génitaux s'ouvrent, lorsque

les œufs sont mûrs, et ceux-ci tombent au dehors, mais les bourgeons restent joints à la colonie.

Il n'en est pas de même dans tous les Hydraires, et.

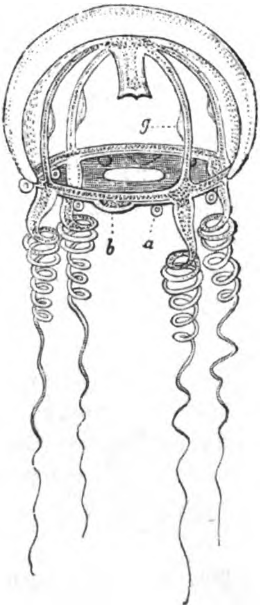


Fig. 84.
Médusoïde de Campanularia Johnstoni.
a, organe sensoriel — *b*, voile. *g*, glande génitale.

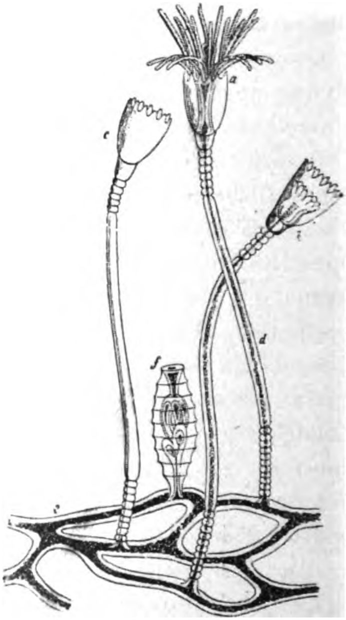


Fig. 85.
Campanularia Johnstoni.
a, hydrante étalé. — *b*, hydrante retiré dans l'hydrothèque. — *c*, hydrothèque vide. — *f*, bourgeon reproducteur.

dans les Campanulaires, par exemple, qu'on trouve en abondance, à marée basse sur les côtes de Bretagne le bourgeon sexuel se détache et peut vivre d'une vie indépendante (fig. 84 et fig. 85).

Avant de quitter la colonie, le bourgeon a pris une forme particulière. Il s'est creusé dans son intérieur d'un prolongement de la cavité gastro-vasculaire : puis il s'est muni à la périphérie d'un voile qui entoure les produits sexuels.

Quand il se détache, il a l'apparence d'une petite Méduse (fig. 84).

Dans les Hydraires, les différents individus de la colonie ont tous la même forme ; dans les Siphonophores, chaque bourgeon ou chaque individu de la colonie se spécialise en vue d'une fonction déterminée et prend une forme qui lui est propre. Les uns s'adaptent pour la locomotion ; les autres pour la préhension des aliments. Certains bourgeons sont uniquement nourriciers, d'autres exclusivement reproducteurs.

La façon la plus commode, sinon la plus exacte, de se représenter un Siphonophore est de le comparer à une colonie d'Hydraires devenue libre et dont les individus sont hautement spécialisés.

Les Cténophores représentent les formes pélagiques des Cœlentérés. Leur transparence, les reflets irisés qu'on observe à la surface de leur corps et qui sont dus au mouvement des cils vibratiles, en font des animaux d'un aspect remarquable.

Tantôt ils affectent la forme d'une sphère, tantôt le corps s'allonge et forme un long ruban qui peut dépasser la taille d'un mètre.

Leur symétrie est nettement bilatérale ; la bouche, située à l'une des extrémités du corps, conduit dans une

cavité gastro-vasculaire aplatie, d'où partent des canaux transversaux ; il en existe huit à la périphérie du corps. Ces animaux sont quelquefois munis de longs tentacules rétractiles, qui, ainsi que les cils vibratiles, disposés par bandes, servent à la locomotion.

ÉCHINODERMES

On réunit dans les Échinodermes les animaux à symétrie rayonnée suivant le type cinq, possédant un appareil digestif distinct de l'appareil vasculaire, un appareil aquifère, un système nerveux et un squelette formé de plaques calcaires plus ou moins intimement rapprochés.

Les Echinodermes comprennent cinq grandes divisions :

Les Crinoïdes, les Echinides, les Astérides, auxquelles nous rattachons en dépit des formes larvaires les Ophiurides et, enfin, les Holothurides.

Les Crinoïdes sont des animaux en forme de calice, présentant généralement une tige calcaire articulée au pôle apical. La bouche et l'anus s'ouvrent dans l'espace inter-radiaire, entouré par les bras articulés et munis de pinnules. Leur forme archaïque en fait les prototypes des Echinodermes.

Pour la compréhension complète de cette classe des Echinodermes, il est nécessaire de décrire, en outre, un type d'Echinide, Echinodermes chez lesquels on trouve un squelette calcaire formé de pièces intimement unies les unes avec les autres, et un type d'Astéride à squelette articulé, représenté par les Ophiurides.

CHAPITRE X

LA COMATULE

Par L. CUÉNOT
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

LA COMATULE

Antedon bifida (PENNANT)

Place de la Comatule dans la systématique. — La Comatule est un Crinoïde de la famille des *Comatulidæ*, très développée à l'époque actuelle ; les genres de cette famille ne possèdent que durant l'état larvaire la tige caractéristique des Crinoïdes ; ils sont libres à l'état adulte.

SYNONYMIE. — La synonymie de cette espèce est extrêmement embrouillée[1] : dès 1592, elle a été très bien figurée par Fabius Columna ; Linck, en 1733, appelle *Stella decacnemos crocea* la Comatule méditerranéenne figurée par Columna et *rosacea* une Comatule britannique décrite auparavant par Llhuyd. Ce nom de *rosacea* a été adopté presque par tous les auteurs, et cependant il n'est pas conforme aux lois de la nomenclature ; en effet

[1] Voir à ce sujet : W. Carpenter, *Researches on the structure, physiology and development of Antedon rosaceus*, Phil. Trans., 1866, p. 671. — Bell, *Catalogue of the british Echinoderms*, London, 1892.

c'est Pennant, en 1777, qui donne le premier une désignation binaire à la Comatule en l'appelant *Asterias bifida*; c'est donc ce nom de *bifida* qui doit prévaloir, quels que soient les inconvénients du changement.

Le nom générique a varié autant que le nom spécifique (*Alecto*, *Comatula*, *Pentacrinus*, etc.); c'est le nom d'*Antedon*, emprunté à la mythologie par Fréminville (1811), qui doit prévaloir.

Habitat. Mœurs. — L'*Antedon bifida* se trouve sur la côte ouest d'Angleterre et d'Irlande jusqu'aux Shetland, sur la côte occidentale de France (îles anglo-normandes, Saint-Vaast, Roscoff, Concarneau), dans la Méditerranée, l'Adriatique, la mer Egée et peut-être la mer du Bengale. C'est une espèce remarquablement polymorphe : les individus de la Manche, par exemple, sont très différents de ceux de la Méditerranée; les premiers sont plus petits, à bras et à cirres plus courts, comptant moins d'articles; les teintes rouges prédominent à Roscoff, alors que ce sont les teintes orangées dans la Méditerranée.

La Comatule vit par troupes nombreuses sur des fonds rocheux ou parmi les Laminaires, à des profondeurs variables, mais généralement faibles; à Roscoff, on la trouve communément par des grandes marées de 2 à 0; en Méditerranée, par des fonds de 1 à 150 mètres; enfin on en a dragué en Irlande par 457 mètres de fond. Elle est très sédentaire; elle s'accroche par ses cirres sous les pierres ou aux souches d'Algues et reste au même endroit pendant plusieurs semaines; elle peut nager en relevant et abaissant alternativement cinq bras, mais elle ne le fait guère que lorsqu'elle est dérangée de son support. A

l'état normal, les bras sont étalés horizontalement ; ils ne se relèvent en crosse que lorsque l'animal est inquiété ou malade. Cette espèce vit très bien en captivité, si on lui donne des algues et des cailloux pour s'accrocher, une eau très aérée et une demi-obscurité.

Description extérieure de l'animal. Principaux orifices. — A première vue (fig. 86), la Comatule est

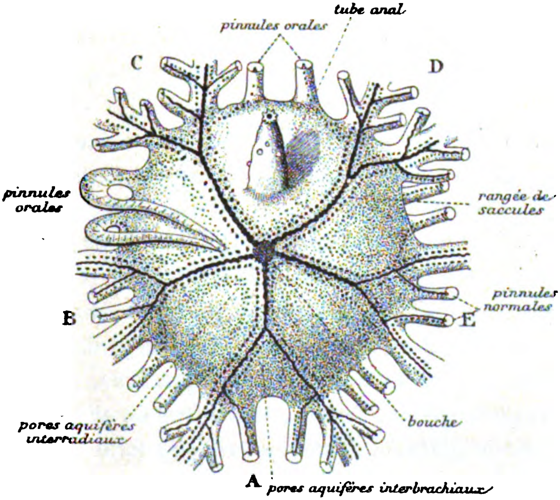


Fig. 86.
Disque vu par la face orale.

formée d'un *disque* et de dix *bras* rayonnants ; le disque peut être comparé à un segment de sphère dont la partie convexe est la *face aborale*, portant de nombreux appendices locomoteurs (*cirres*) et dont la surface de section est la *face orale*. Au centre de la face orale se trouve la

bouche, d'où partent cinq sillons *ambulacraires* ou *radiaux* qui se bifurquent bientôt ; les dix secteurs compris entre les sillons sont parsemés de petits pores vibratiles, visibles à une forte loupe (*pores aquifères*). Dans un des interradius s'élève un tube anal globuleux, terminé par l'anus entouré de petites papilles.

Les radius, au nombre de cinq à leur base, se dichotomisent avant leur sortie du disque ; chacun des dix bras, à son tour, porte un nombre considérable de branches latérales, les *pinnules*, alternant régulièrement, qui ont en petit la même constitution que le bras. Les sillons ambulacraires partant de la bouche se bifurquent aussi pour aller dans les dix bras et se divisent encore pour chaque pinnule ; ils sont bordés par de petits tentacules groupés par trois (*triades*) qui alternent assez régulièrement de droite à gauche ; entre les triades se trouvent de petites sphères enfoncées dans les téguments, les *saccules*. Les pinnules, aux époques de maturité sexuelle, présentent une saillie ovoïde qui est l'organe génital (fig. 105); la première pinnule externe de chaque bras, plus longue et plus grêle que les autres, dépourvue de sillon ambulacraire et de glande génitale, se rabat sur le disque pour le protéger : ce sont les dix *pinnules orales*.

Le pôle aboral (fig. 89) est occupé par une grosse pièce calcaire qui porte les cirres et sur laquelle s'appuient les pièces calcaires qui constituent l'axe squelettique des bras.

NOMENCLATURE DES RADIUS. — ORIENTATION. — La Comatule reposant sur le pôle aboral, la bouche en haut, on convient d'appeler A le radius opposé à l'interradius anal (c'est dans cet interradius que se trouve le premier pore

aquifère du jeune) ; puis, en marchant dans le sens des aiguilles d'une montre, les autres radius recevront les lettres B, C, D, E ; les interradius sont définis par les lettres des radius qui les circonscrivent : l'interradius anal sera CD, les autres DE, EA, AB, BC.

Le plan de symétrie bilatérale qui passe par le radius A et le milieu de l'interradius CD est le *plan holothurien*, ainsi nommé parce qu'il est particulièrement important dans la classe des Holothurides ; la face orale est considérée comme supérieure ou ventrale, la face aborale comme inférieure ou dorsale.

Téguments. — Les téguments sont très vivement colorés en jaune, rouge, etc., par un pigment soluble dans l'eau et l'alcool [1].

L'épiderme des sillons ambulacraires est épais et bien défini ; ses cellules sont allongées et fortement vibratiles, et entre leurs bases courent de fines fibrilles nerveuses (système nerveux épithélial). Partout ailleurs, l'épiderme est non cilié et mal séparé du tissu conjonctif sous-jacent ; les cellules non accolées les unes aux autres se perdent à leur base parmi les fibrilles conjonctives. Le tissu conjonctif, de texture surtout fibrillaire, renferme une quantité considérable de globules migrants ; c'est là que se déposent les granules pigmentaires et que se forment les pièces calcaires. Les régions calcifiées sont formées d'un réseau minéral, dans les aréoles duquel se loge un réseau organique, constitué par une substance fondamentale très lâche, amorphe ou fibrillaire, parsemée de nombreuses

[1] Mac-Munn, *Contributions to animal chromatology*, Quart. Journ. micr. Sc., t. XXX, 1890, p. 51.

cellules. Des spicules très branchus se rencontrent en nombre considérable dans le tissu conjonctif des bras et surtout dans les mésentères du disque. Du côté cœlomique le tissu conjonctif est recouvert d'un épithélium péritonéal de cellules plates.

Squelette. — Le squelette comprend : 1° un certain nombre de pièces arrangées autour du pôle aboral et constituant le *calice* ou *appareil apical*, avec les cirres

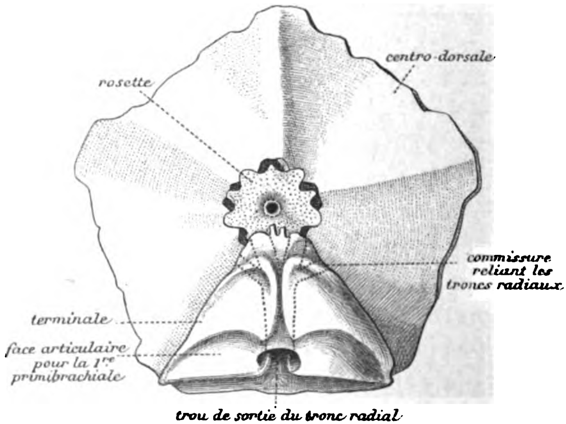


Fig. 87.

Calice vu de l'intérieur du corps, traité par la potasse; quatre terminales sont enlevées pour montrer la centrodorsale et la rosette; les canaux par où passent les nerfs sont indiqués en pointillé.

comme appendices ; 2° un squelette destiné à soutenir les bras et leurs ramifications, s'appuyant toujours sur le calice.

Chez la Comatule adulte (fig. 87 et 89), le centre du calice est occupé par une plaque volumineuse, la *centro-dorsale*,

évidée intérieurement pour recevoir un centre nerveux ; la cavité de cette pièce est fermée comme par un couvercle par une *rosette* à contour découpé et percée en son centre, qui est formée par la fusion de cinq *basales* séparées chez la larve ; enfin sur la face supérieure de la centro-dorsale reposent cinq grosses pièces triangulaires, les *terminales*, perforées par des canaux qui logent des troncs nerveux. Les terminales sont reliées entre elles et avec la centro-

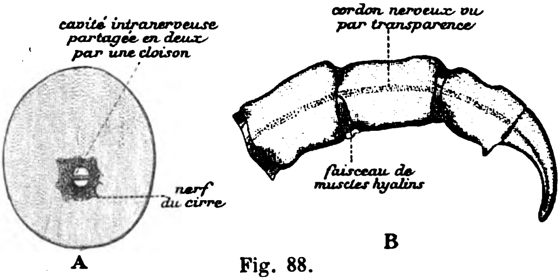


Fig. 88.

A. Coupe transversale d'un cirre ; × 136. — B. Extrémité d'un cirre (cirre fixé à l'alcool, coloré et monté dans le baume) ; × 19.

dorsale par des fibres conjonctives qui relient les réseaux organiques des différentes pièces ; aussi ne parvient-on à les séparer que par un long traitement à la potasse chaude.

Les cirres, au nombre de 20 à 40 chez les adultes, sont des appendices grêles, constitués par 15 à 20 petites pièces articulées bout à bout, dont la première s'insère dans une fossette de la centro-dorsale (fig. 89) et dont la dernière est en griffe. Tous les articles sont perforés d'un canal qui loge un nerf creux (fig. 88).

Le squelette des bras est constitué par des pièces *brachiales*, ajustées bout à bout, qui reçoivent un nom spécial

à chaque bifurcation (*primi-*, *secundi-*, *tertiobrachiales*) ; il y a (fig. 89) deux primibrachiales, dont la première s'articule sur la terminale, et dont la seconde (*primibrachiale axillaire*) supporte les deux premières secundibrachiales des deux bras d'une même paire ; les nombreuses secundibrachiales portent à leur tour les

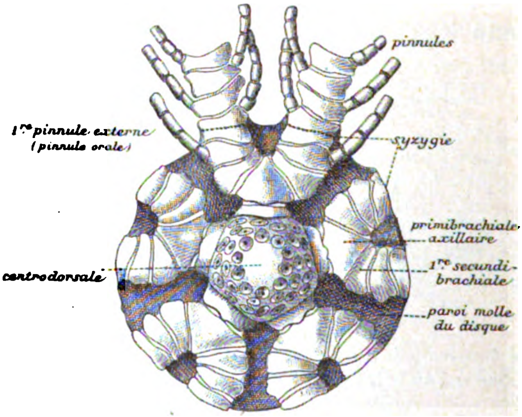


Fig. 89.
Face aborale du disque ; les cirres ont été enlevés pour montrer la centro-dorsale.

tertiobrachiales des pinnules. Les deux primibrachiales et les trois premières secundibrachiales sont enfermées dans le disque dont elles consolident la face aborale, et ce n'est guère qu'à partir de la 4e secundibrachiale que les bras deviennent complètement libres. Toutes les brachiales sont perforées d'un canal qui loge un gros tronc nerveux.

Les brachiales sont unies entre elles par des articulations mobiles ou par des sutures rigides, les unes ba-

nales, les autres appelées *syzygies*. Les articulations mobiles sont assez compliquées; les deux pièces sont reliées par une paire de gros muscles ventraux, par une paire de muscles dorsaux et par un fort ligament conjonctif impair (fig. 90); on en trouve entre la terminale et la 1re primibrachiale, entre la 2e primibrachiale et la 1re secundibrachiale, entre les 2e et 3e secundibrachiales, 4e et 5^{e}, etc., et entre tous les articles pinnulaires. La

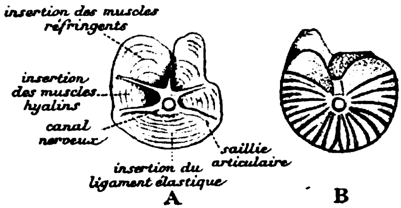


Fig. 90.

Faces articulaires de secundibrachiales, traitées par la potasse. A, articulation mobile. — B, syzygie.

1re et 2e primibrachiales, de même que la 1re et 2e secundibrachiales, présentent une suture rigide, dépourvue de muscles; les deux pièces sont reliées ensemble par un gros ligament conjonctif (fig. 95). Les syzygies, qui n'existent qu'entre secundibrachiales, sont perpendiculaires à la direction du bras (fig. 105), au lieu d'être obliques comme les articulations, et la surface des deux segments est marquée de sillons rayonnants remplis de tissu ligamenteux (fig. 90); des deux segments syzygiaux, il n'y en a qu'un, l'*épizygal* (le plus éloigné du disque) qui porte une pinnule, l'*hypozygal* n'en a jamais ; il y a syzygie entre les 3e et 4e secundibrachiales, 9e et 10e, 14e et 15e, 18e et 19e, 22e et 23e, 26e et 27e, etc. ; les pinnules

sont donc portées par les secundibrachiales 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, etc. Les syzygies sont des lieux de moindre résistance, où les bras peuvent se casser avec facilité ; c'est à leur niveau que se produit exclusivement l'autotomie.

Muscles. — La Comatule possède deux sortes de fibres contractiles, les unes à contraction brusque, les autres à contraction très lente, mais, semble-t-il, très durable. Tous les articles des bras et des pinnules présentent du côté ventral deux gros faisceaux fléchisseurs (fig. 96), formés de fibres musculaires lisses, tout à fait semblables à celles des autres Échinodermes ; les extrémités des fibres (fig. 91) sont coupées carrément, les fibres ont une réfringence spéciale et une affinité caractéristique pour certaines couleurs d'aniline ; dans les coupes, elles sont toujours parfaitement tendues.

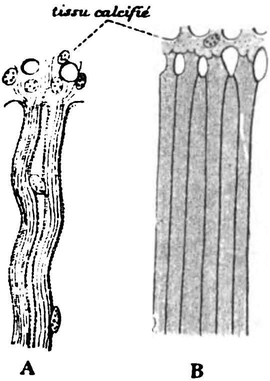


Fig. 91.
A. Fibres d'un muscle hyalin. — B. Fibres d'un muscle réfringent. Coupe fixée par l'alcool.

Ces muscles ont comme antagonistes deux faisceaux dorsaux, d'un aspect tout différent ; les fibres, à structure fibrillaire, se pinceautent à leurs insertions ; elles prennent exactement les mêmes colorations que le tissu conjonctif, ce qui les rend assez difficiles à distinguer ; enfin, dans les coupes, elles sont presque toujours ondulées. Les articles des cirres sont

reliés entre eux uniquement par deux faisceaux antagonistes de ces fibres.

Comme les cirres exécutent des mouvements, très lents à la vérité, et que les bras sont capables de se recourber du côté aboral, on est bien forcé d'admettre que les fibres de la seconde catégorie sont contractiles, malgré leur peu de différenciation. Avec E. Perrier, j'appellerai ces éléments *muscles hyalins* (Spindelzellen de Jickeli), et *muscles réfringents* les fibres musculaires typiques.

Saccules. — Les saccules (fig. 101) sont de petites sphères, logées dans le tissu conjonctif immédiatement sous l'épiderme, qui accompagnent les sillons ambulacraires; sur le disque, il y en a une double et même une triple rangée, mais sur les bras et les pinnules ils ne forment plus qu'une seule rangée de chaque côté du sillon, en alternant très régulièrement avec les triades de tentacules. A titre de variation, on en rencontre souvent dans l'intérieur du disque, dans la paroi du tube anal et de l'intestin.

Le saccule renferme un grand nombre de sphérules réfringentes, incolores, groupées en amas pyriformes qui se terminent par un filament grêle s'attachant à la paroi sacculaire; chaque amas est probablement dérivé d'une cellule, car on trouve à sa base, sur la paroi, une cellule aplatie. Les granules réfringents sont formés d'une matière albuminoïde, donnant nettement la réaction de Millon, qui a une affinité extraordinaire pour certaines couleurs, notamment l'orange G (après fixation au sublimé), le pigment tégumentaire de la Comatule, etc. (c'est pour cette raison que les saccules sont vivement colorés en

rouge dans les échantillons conservés en alcool, qui dissout le pigment). Il est possible que les saccules soient des organes de réserve, mais on ne l'a pas démontré jusqu'ici.

Description du système nerveux. — Le système nerveux est très compliqué : il existe trois centres différents, l'un très réduit, homologue à celui des autres Echinodermes (*système nerveux épithélial*), et deux autres particuliers aux Crinoïdes (*système oral* et *système aboral*), reliés d'ailleurs l'un à l'autre.

1° Dans les sillons ambulacraires (fig. 96), on trouve une bande épithélio-nerveuse continue avec le revêtement des tentacules ambulacraires; les fibrilles nerveuses sont longitudinales et courent entre les bases des cellules épithéliales; en arrivant vers la bouche, les cinq rubans confluent en un anneau (fig. 101) logé dans l'épaisseur de l'épithélium péribuccal, duquel partent de nombreuses fibrilles pour l'épithélium du tube digestif.

2° Dans le tissu conjonctif péribuccal, il existe un pentagone nerveux (fig.102), composé de fibrilles et de cellules nerveuses, qui émet de nombreux nerfs : des nerfs pour les tentacules buccaux (fig.101), des nerfs qui se ramifient dans la peau ou s'enfoncent dans les mésentères cœlomiques, parmi lesquels un fort rameau va innerver le tube anal, et enfin dix cordons radiaux, deux pour chaque radius, qui se divisent pour aller dans les bras et les pinnules. Ces cordons ganglionnaires, logés de chaque côté du sillon, innervent l'extrémité des tentacules ambulacraires et la musculature du canal radial.

3° Le centre aboral est constitué par une sorte de

coupe nerveuse ganglionnaire située dans la plaque centro-dorsale (fig. 95), et à l'intérieur de laquelle se trouvent des membranes formant l'organe cloisonné ; de la coupe (fig.93) partent les dix racines de cinq troncs radiaux, unis entre eux par une commissure pentagonale ; dans la

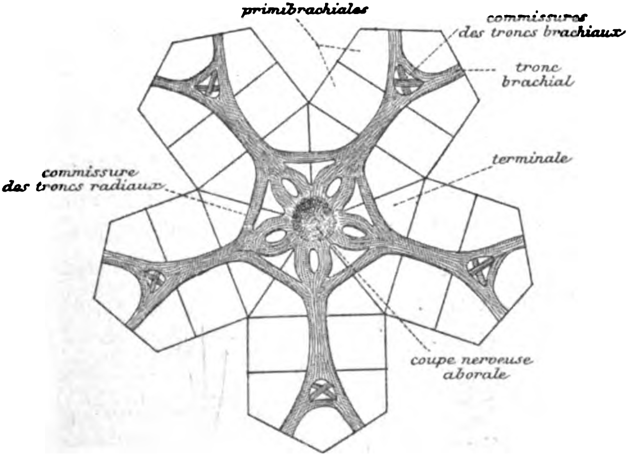


Fig. 92.
Projection sur le plan horizontal du système nerveux aboral (d'après Hamann).

deuxième primibrachiale, chaque tronc radial se bifurque pour donner deux troncs brachiaux, unis entre eux par trois commissures ; enfin ces derniers émettent pour chaque pinnule un rameau latéral. Les troncs brachiaux et pinnulaires, logés au centre des pièces brachiales, émettent dans chaque article deux paires de nerfs (fig. 96) : les deux nerfs ventraux vont aux muscles articulaires et donnent aussi des rameaux pour l'épiderme ; les deux dorsaux se ramifient en dendrites qui aboutissent à l'épi-

derme. Ces troncs émettent aussi des branches latérales, alternant régulièrement, qui vont rejoindre les cordons latéraux, ce qui établit l'unité entre le système oral et le système aboral.

De la coupe aborale sortent inférieurement des nerfs creux, qui occupent l'axe des cirres jusqu'à leur extrémité, entourant une petite cavité qui dépend de l'organe cloisonné (fig. 88 et 95).

Histologie. — L'anneau oral et ses branches brachiales, la coupe aborale et les troncs qu'elle émet pour les cirres et les bras, ont la valeur de ganglions : ils renferment de nombreuses cellules nerveuses, multipolaires ou fusiformes, disposées d'une façon variable par rapport aux fibrilles nerveuses.

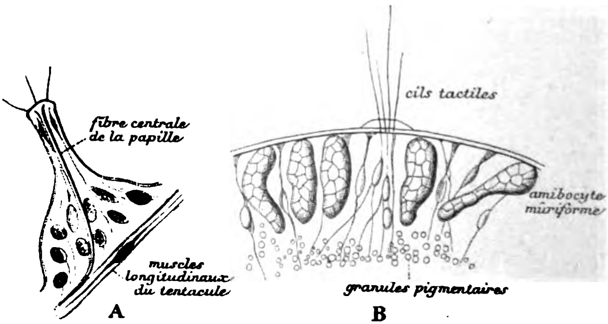


Fig. 93.

A. Papille tactile d'un tentacule ambulacraire (coupe fixée au sublimé), × 1250. — B. Coupe optique de l'épiderme, sur l'un des festons bordant le sillon ambulacraire d'une pinnule ; sur le vivant.

Organes des sens. — On ne connaît guère que des terminaisons tactiles (?) : tous les tentacules ambulacraires portent une quantité de petites papilles saillantes (fig. 93),

munies de trois cils raides à leur extrémité et renfermant une fibre musculaire centrale ; sur les téguments, surtout le long des sillons et sur la face orale, il y a de nombreuses terminaisons sensitives munies de cils raides.

Description de l'appareil digestif (fig. 94). — La bouche, à laquelle aboutissent les cinq sillons radiaux, n'est pas exactement au centre de la face orale ; elle est un peu déplacée vers le radius A, en raison du développement du tube anal. De la bouche part un œsophage qui s'élargit beaucoup et court obliquement à peu près dans le sens du radius C ; il se continue avec un intestin très volumineux, bosselé et plissé, qui décrit un tour de spire complet dans le sens des aiguilles d'une montre, et revenu à son point de départ, se redresse verticalement pour constituer le rectum saillant au dehors. Dans son premier tiers, l'intestin émet des lobes volumineux, parmi lesquels je signalerai spécialement, au voisinage du radius E, deux longs diverticules finement ramifiés à leurs extrémités, dans lesquels ne pénètrent pas les aliments.

A l'état normal, les bras de la Comatule sont étalés et la bouche est ouverte ; les courants vibratiles des sillons ambulacraires transportent vers la bouche toutes les particules flottantes dans l'eau, Radiolaires, Péridiniens, Diatomées, etc. Le tube anal présente des contractions rythmiques en rapport sans doute avec le rejet de l'eau et des excréments.

Histologie. — La paroi du tube digestif est formée d'un haut épithélium de cellules étroites, mélangées de cellules caliciformes, reposant sur une mince couche de tissu

conjonctif : l'épithélium est vibratile dans toute son étendue, sauf à l'extrémité supérieure du tube anal où il est

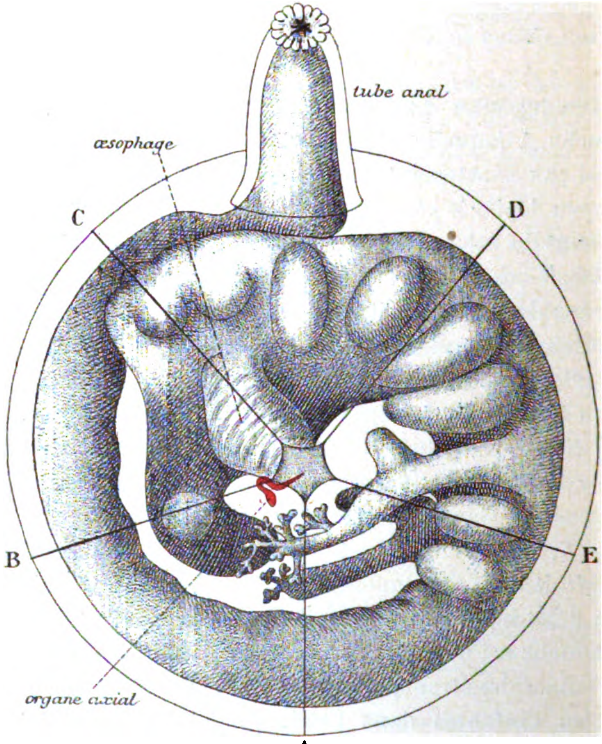


Fig. 94.

Tube digestif d'une jeune Comatule, reconstitué d'après des coupes sériées ; les cinq radius ont été indiqués schématiquement par des lignes droites.

remplacé par l'épiderme. Des fibres musculaires circulaires constituent un sphincter autour de l'œsophage et autour du tube anal.

Globules sanguins. — Dans des coupes minces fixées au liquide de Flemming et colorées à la safranine et vert-lumière, on distingue trois catégories de globules : 1° des amibocytes à courts pseudopodes, seuls doués du pouvoir phagocytaire ; 2° des amibocytes remplis de petits bâtonnets safranophiles, dont le corps cellulaire, arrondi lorsqu'ils sont libres, est extrêmement allongé lorsqu'ils émigrent dans les tissus ; 3° des amibocytes mûriformes peu mobiles (*oil cells* de Wyville-Thomson), bourrés de gros granules, jaune d'or sur le vivant, colorés électivement par le vert-lumière dans les coupes. Quelques-uns de ces globules sont libres dans les liquides internes, mais la grande majorité d'entre eux sont engagés dans les différents tissus de la Comatule ; il y en a des quantités dans l'épithélium intestinal, dans le tissu conjonctif banal et la trame organique des pièces calcaires, dans l'épiderme ; par places, l'épiderme est rempli d'amibocytes mûriformes engagés entre ses cellules (fig. 93).

Excrétion. — Comme chez les autres Échinodermes, les cellules péritonéales paraissent jouer un rôle capital comme organe excréteur ; elles fabriquent de gros granules brunâtres, qui finissent par remplir le corps cellulaire ; les cellules se détachent alors et sont capturées par les phagocytes, qui les digèrent partiellement et les transportent un peu partout dans le tissu conjonctif ; chez les vieux individus, la trame organique des pièces calcaires et les tractus mésentériques du disque sont souvent bourrés de ces produits de déchet, réunis en masses parfois volumineuses, fixées à demeure dans les tissus.

Dans les mésentères qui cloisonnent le disque, on trouve

par places de nombreux petits corpuscules cristallins, incolores, qui sont disposés à plat sous (?) les cellules péritonéales; il est possible que ce soient aussi des produits d'excrétion.

Cœlome. — Chez la Comatule, il n'y a pas une vaste cavité générale comme chez les autres Échinodermes ; elle est subdivisée (fig. 95) par un grand nombre de lames conjonctives recouvertes d'épithélium péritonéal, qui la transforment en une sorte d'éponge, dont les cavités compliquées communiquent toutes les unes avec les autres. La portion de cœlome comprise entre la masse intestinale et la peau est cloisonnée par des lames parallèles à la paroi du corps, de sorte qu'il y a des *espaces périviscéraux* assez bien limités, traversés de place en place par des lames transverses ; ces espaces se prolongent dans le tube anal, entre la peau et le rectum. Au centre du corps, les tractus laissent libre une volumineuse *cavité axiale*, qui s'étend du pôle aboral, où elle communique avec la cavité périviscérale, jusqu'à la face orale où elle entoure l'œsophage. Enfin tous les organes qui traversent le cœlome, tubes aquifères, lacunes sanguines, organe axial, tube digestif, sont accompagnés d'une gaine qui les suit à distance ; toutes les petites cavités enfermées par ces gaines communiquent d'ailleurs par places, de sorte qu'il doit y avoir souvent mélange de leur contenu (fig. 100 et 95).

Dans une coupe transverse de bras (fig. 96), on trouve quatre cavités cœlomiques : deux supérieures ou sous-ambulacraires, séparées par une cloison verticale, une inférieure ou dorsale, séparée des deux précédentes par une cloison horizontale, et enfin, dans l'épaisseur de cette

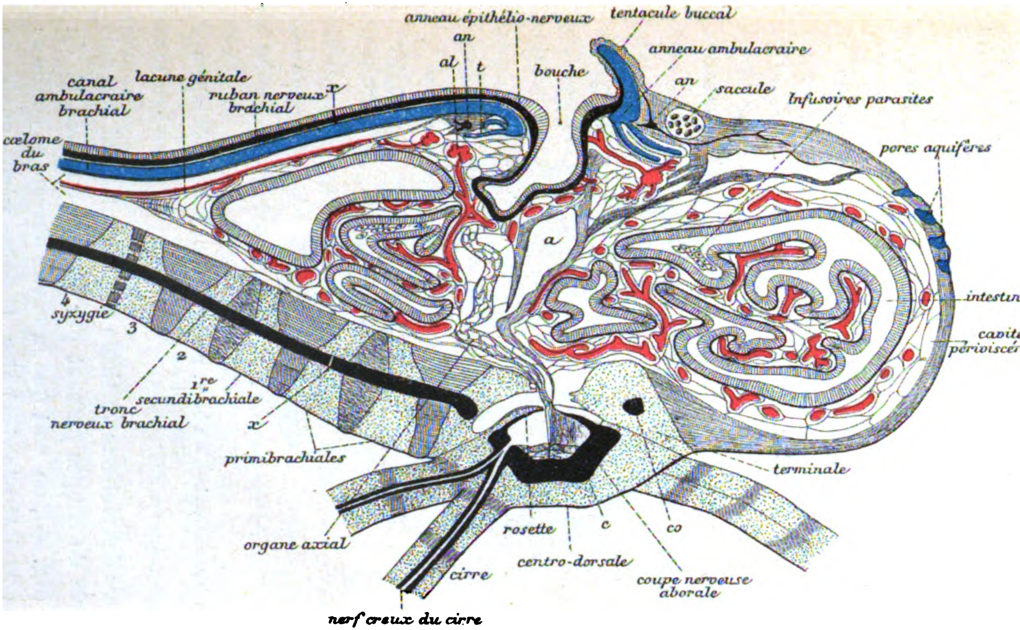


Fig. 95.

Coupe sagittale passant par le radius B et le milieu de l'interradius DE ; la coupe, à partir des points x, suit l'axe d'un bras, au lieu de continuer dans le plan sagittal interbrachial.

a. cavité axiale du disque. — *al*, plexus lacunaire péri-œsophagien. — *an*, anneau nerveux oral. — *c*. une des cloisons interradiaires de l'organe cloisonné. — *co*, coupe de la commissure qui relie entre eux les troncs nerveux radiaux. — *t*. tubes aquifères.

cloison, une petite cavité qui entoure une lacune allant aux organes génitaux ; dans toute la longueur du bras, ces quatre cavités communiquent entre elles (fig. 103), par

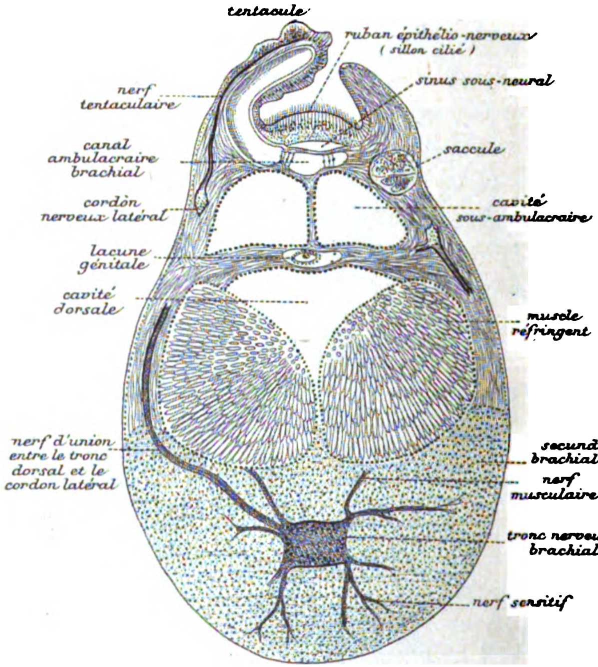


Fig. 96.
Coupe transversale d'un bras, passant à peu près par le milieu d'une pièce brachiale.

des fentes des cloisons verticale et horizontale. Si l'on suit une série de coupes passant par l'union du bras et du disque (fig. 95), on voit que la cavité dorsale se continue avec les cavités périviscérales, la gaine périlacunaire se

perd au milieu des petits mésentères du cœlome, la cavité ventrale (la cloison verticale ayant disparu un peu avant que le bras ne rejoigne le disque) poursuit sa route jusque vers le centre du disque et là communique largement avec la grande cavité axiale.

Corbeilles vibratiles. — Les corbeilles vibratiles sont des modifications de l'épithélium cœlomique de la cavité inférieure des bras et des pinnules, situées toujours sur la partie médiane et dorsale de cette cavité : ce sont de petits enfoncements hémisphériques (fig. 104), tapissés d'un épithélium dont les cellules plus hautes sur les bords portent un long cil vibratile ; le fond des corbeilles est occupé par des cellules plates non vibratiles. Ces appareils, qui mettent en mouvement le liquide cœlomique, sont rares et isolés tout le long des bras ; mais il y en a beaucoup dans les pinnules où elles se touchent les unes les autres.

Organe cloisonné. — On désigne sous le nom d'*organe cloisonné* la portion de cœlome, entourée de toutes parts par la coupe nerveuse aborale, qui est fermée comme par un couvercle par la rosette (fig. 95). Dans l'axe de la cavité se trouve un cordon, qui est le prolongement de l'organe axial ; sur cet axe s'attachent cinq cloisons interradiaires (fig. 97), qui divisent ainsi l'organe cloisonne en cinq chambres radiales ; ces chambres paraissent communiquer entre elles à leur base, mais sont fermées du côté cœlomique. L'organe cloisonné a des rapports complexes avec les cirres ; on se souvient que ceux-ci (fig. 88) renferment en leur centre un tronc nerveux creux, dont la cavité est

coupée en deux par une cloison horizontale ; lorsqu'ils s'insèrent sur la centro-dorsale, les cirres se rapprochent de façon à former cinq groupes radiaux, à plusieurs étages de cirres (fig. 95 et 97), dont les cavités viennent

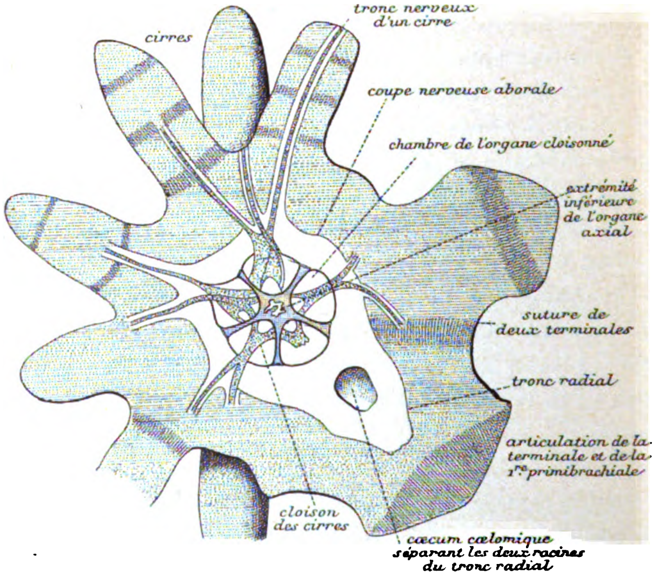


Fig. 97.

Coupe horizontale un peu oblique de la partie inférieure du disque, passant par l'organe cloisonné et la coupe nerveuse aborale, chez une jeune Comatule (imité d'E. Perrier).

déboucher dans les chambres correspondantes de l'organe cloisonné ; les cloisons des cirres se groupent de même, traversent les chambres et viennent s'attacher au cordon central ou aux cloisons rayonnantes.

Toutes les cloisons de l'organe et celles des cirres sont

formées de tissu conjonctif lâche, recouvert sur ses faces libres de l'épithélium péritonéal ordinaire.

Organe axial. — L'organe axial (fig. 95) commence par un cordon cellulo-conjonctif qui occupe l'axe de l'organe cloisonné; ce cordon sort par le trou médian de la

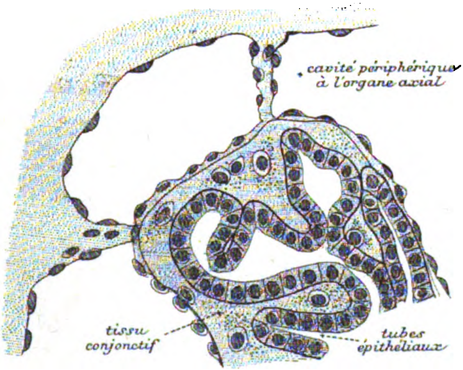


Fig. 98.
Fragment de coupe longitudinale de l'organe axial ; × 800.

rosette, devient un organe ovoïde qui traverse verticalement et obliquement le cœlome et se termine par une extrémité arrondie, à peu près en dessous de l'interradius AB (fig. 94). Une coupe donne l'image représentée figure 98 : cet organe renferme intérieurement une quantité de tubes creux tapissés d'un bel épithélium cubique et communiquant au moins en partie les uns avec les autres, ce qui peut faire supposer que c'est un simple sac clos à paroi plissée et ramifiée, comme le prouve d'ailleurs l'ontogénèse ; autour des tubes un tissu conjonctif lâche,

dans lequel se déverse peut-être une lacune, et qui est recouvert de l'épithélium péritonéal; tout autour de l'organe, une vaste cavité périphérique, dans laquelle il est suspendu par des cordons conjonctifs.

Le rôle de l'organe axial est jusqu'ici tout à fait inconnu ; il paraît être une formation spéciale aux Crinoïdes, sans homologue chez les autres Echinodermes.

Appareil ambulacraire. — L'appareil ambulacraire, si caractéristique des Échinodermes, revêt chez les Cri-

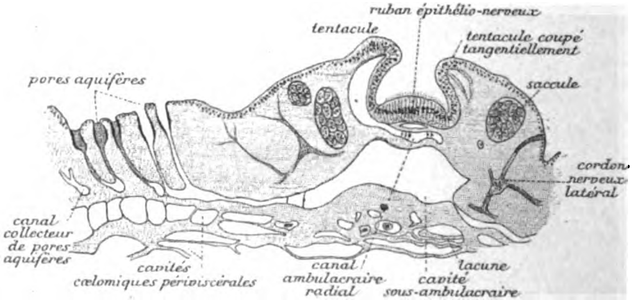


Fig. 99.
Coupe transverse du radius B, près de la bouche, montrant la communication des pores aquifères avec la cavité cœlomique ; × 72.

noïdes une forme tout à fait spéciale ; il a perdu son rôle locomoteur, par suite de la fixation au sol définitive ou temporaire de ces animaux.

En examinant à la loupe les téguments de la face orale, on aperçoit le long des sillons radiaux, dans les secteurs interbrachiaux et interradiaux (fig. 86), une grande quantité de petits pores aquifères (de 500 à 1.500 chez les adultes) ; ce sont des petits entonnoirs à épithélium très

vibratile qui débouchent largement à l'extérieur et se continuent d'autre part dans les téguments par des tubes plus ou moins longs et anastomosés ; les tubes collecteurs de tous les entonnoirs avoisinant les sillons radiaux vont

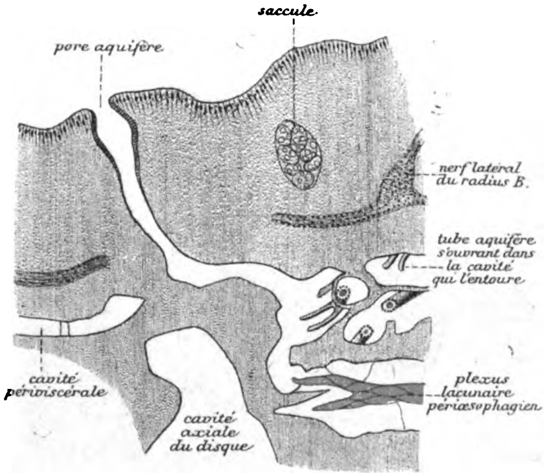


Fig. 100.

Coupe verticale du disque, perpendiculaire au radius B, pratiquée près de la bouche et entamant tangentiellement l'anneau lacunaire péri-œsophagien et l'extrémité des tubes aquifères ; la portion de zone interradiale représentée est celle qui se trouve immédiatement à gauche du radius B ; elle montre les communications qui existent entre les gaines cœlomiques, les tubes aquifères et un pore aquifère ; × 136.

déboucher à plein canal dans la cavité cœlomique ventrale (fig. 99) ; quelques-uns aboutissent à la gaine périlacunaire qui loge la lacune génitale ; ceux qui avoisinent la bouche s'ouvrent dans les intervalles des mésentères péri-œsophagiens (fig. 100).

Autour de l'œsophage se trouvent plusieurs centaines de

tubes aquifères revêtus d'un épithélium très vibratile, qui s'ouvrent, d'une part, dans les intervalles des mésentères péri-œsophagiens qui leur fournissent une gaine à distance, et, d'autre part, vont se jeter dans un anneau oral

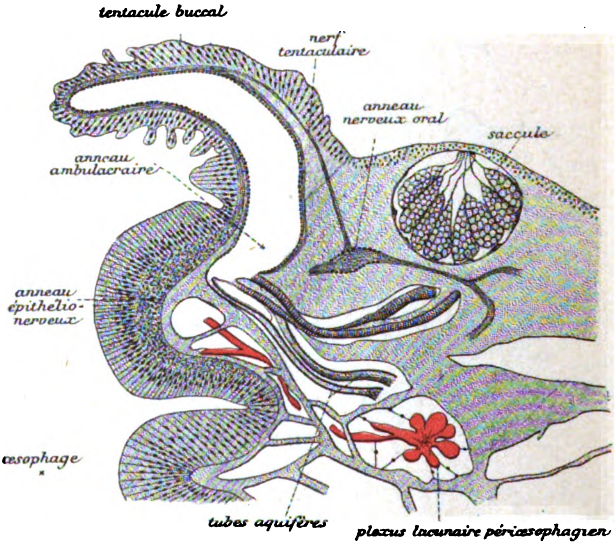


Fig. 101.
Coupe sagittale de la bouche, passant par l'interradius DE ; × 136.

(fig. 101 et 102). L'anneau oral donne naissance à cinq troncs radiaux, qui se bifurquent et se divisent pour aller dans les bras et les pinnules. Entre le canal ambulacraire et le ruban épithélio-nerveux sus-jacent, il existe un petit écartement qui s'oblitère en arrivant vers la bouche ; c'est un *sinus sous-neural*, vraisemblablement homologue aux sinus sous-neuraux très développés chez les autres Échinodermes (fig. 96).

Tout le long de leur trajet, les canaux radiaux, brachiaux et pinnulaires émettent à droite et à gauche, en

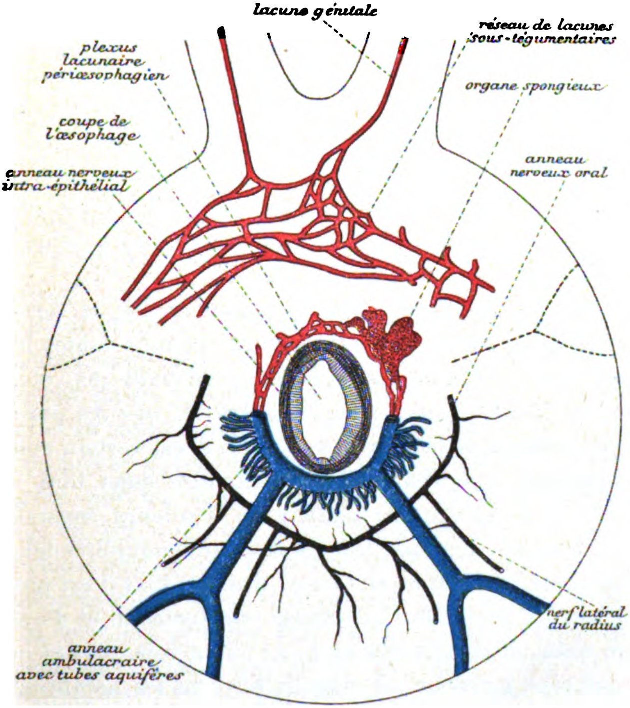


Fig. 102.

Disque vu par la face orale, dans lequel ont été figurés schématiquement les anneaux ambulacraire et lacunaire et les deux systèmes nerveux oraux, ainsi que le réseau lacunaire auquel aboutissent les lacunes génitales des bras, tels qu'ils se présentent dans des coupes horizontales.

alternant plus ou moins régulièrement, des branches qui aboutissent à une triade de tentacules, dont le médian est

plus grand que les deux autres (fig. 104 et 105). Ces tentacules, richement innervés et très mobiles, sont revêtus d'un épithélium muni de papilles sensitives, reposant sur une couche de tissu conjonctif, suivie elle-même d'une rangée de fibres musculaires longitudinales (cellules épithélio-musculaires ?), qui limitent la cavité interne du tentacule. L'anneau oral donne directement naissance à des tentacules buccaux (fig. 101), qui, chez les jeunes individus, sont bien nettement au nombre de quatre par interradius ; chez les adultes, rien ne les distingue des premiers tentacules des sillons radiaux.

La physiologie de cet appareil ambulacraire, si fortement modifié, est encore très obscure : comme toutes les petites cavités cœlomiques, gaines périlacunaires, etc., communiquent les unes avec les autres et que les pores aquifères débouchent dans ces cavités, il est certain anatomiquement que l'eau peut s'introduire dans tout le cœlome de la Comatule ; Ludwig[1] a d'ailleurs constaté que le courant excité par les cils des pores aquifères tend à faire marcher l'eau de dehors en dedans. Mais il est plus que douteux que l'eau s'introduise effectivement et d'une façon continue dans le cœlome, car on ne voit pas par où elle pourrait ressortir ; il est possible que les nombreux pores aquifères aient simplement pour effet de maintenir dans toute la cavité générale une certaine tension des liquides internes, de façon à assurer la turgescence maxima de cette sorte d'éponge.

Appareil lacunaire. — L'appareil lacunaire, non

[1] Ludwig. *Über die Function der Madreporenplatte und des Steincanals der Echinodermen*, Zool. Anzeiger, n° 339, 1890, p. 377.

moins caractéristique des Échinodermes que leur système ambulacraire, est très développé chez la Comatule : c'est une sorte d'appareil lymphatique, qui ramène de l'intestin les substances absorbées et les dirige vers les téguments du disque et les bras ; il n'y a pas de cœur annexé à ce système, le liquide lacunaire circule lentement par la *vis a tergo*. Sur les coupes, on distingue facilement les lacunes à leur contenu riche en albuminoïdes, coagulés par le réactif fixateur ; elles sont entourées d'une cavité périphérique dépendant du cœlome, comme nous l'avons vu plus haut.

De la paroi de l'intestin sortent un grand nombre de lacunes absorbantes (fig. 95), abondantes surtout au bord interne de la première moitié de la spire ; ces lacunes, après un trajet compliqué, encore mal connu, aboutissent à un plexus annulaire qui entoure l'œsophage, et qui est formé par un lacis de grosses lacunes anastomosées (fig. 95, 101, 102); par places, les parois des lacunes présentent une épaisseur particulière et sont recouvertes intérieurement et extérieurement de nombreuses cellules qui comblent presque leur cavité ; cette différenciation lymphoïde (*organe spongieux*, fig. 102) n'occupe pas une position fixe ; à cela près, elle rappelle tout à fait par sa structure la glande ovoïde des Astéries ou les vésicules spongieuses des Oursins ; on ignore son rôle.

En dessous des téguments de la face orale, on trouve dans les coupes horizontales un riche réseau de lacunes (fig. 102), qui se rattachent sans doute aux lacunes absorbantes ou au plexus péri-œsophagien ; il s'en détache dix branches (*lacunes génitales*), qui se dirigent vers les bras, les parcourent dans toute leur longueur, en émettant au

niveau de chaque pinnule un rameau latéral qui se termine à l'organe génital.

Description des organes génitaux. — Les organes génitaux comprennent les ovaires ou testicules renfermés dans les pinnules, plus un système de cordons stériles (*cordons génitaux*) qui parcourent les bras et le disque et relient entre elles les glandes pinnulaires.

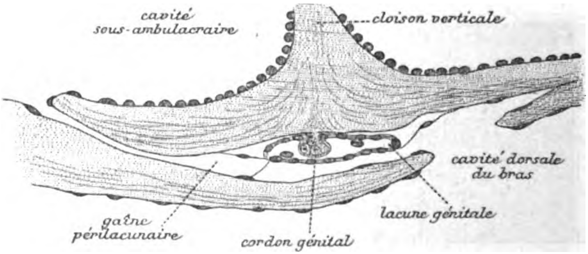


Fig. 103.

Coupe transversale de la lacune génitale, passant par un point où sa gaine communique avec la cavité cœlomique ventrale gauche et la cavité cœlomique dorsale (coupe transverse de bras, peu après sa sortie du disque); × 514.

Dans une coupe de bras (fig. 103), on trouve dans la cloison horizontale une petite cavité aplatie qui renferme un tube rattaché à sa paroi par des filaments ; la cavité est une cavité cœlomique, comme nous l'avons déjà vu, qui communique fréquemment avec ses deux voisines ; le tube est la lacune génitale, à l'intérieur de laquelle est logé un cordon de cellules à gros noyau nucléolé, identiques aux jeunes cellules sexuelles. Au niveau de chaque pinnule, le cordon génital émet une branche latérale qui prend un volume énorme et constitue un ovaire ou un testicule qui

remplit toute la cavité cœlomique dorsale (fig. 104) ; ses cellules se multiplient et deviennent les cellules mères des œufs ou des spermatozoïdes. Il est très probable que les cellules des cordons génitaux se déplacent tout le long de ceux-ci et n'arrivent à maturité que dans les portions pinnulaires ; il est possible d'ailleurs, à titre d'anomalie,

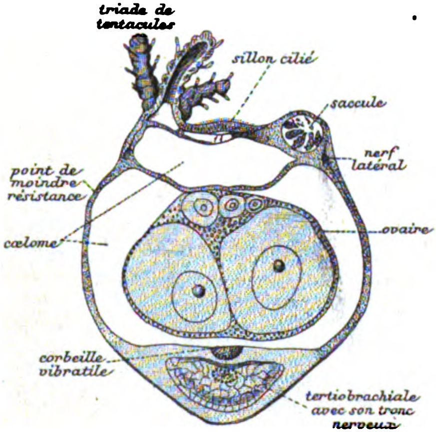


Fig. 104.
Coupe transversale d'une pinnule ; × 92.

que cette évolution ait lieu en un point quelconque : en effet, H. Carpenter[1] a trouvé une fois un ovaire développé dans le disque même, évidemment sur le trajet d'un cordon génital.

Du côté du disque, on ne sait pas trop comment se comportent les cordons génitaux ; lorsque les lacunes génitales se jettent dans le réseau sous-tégumentaire, les cor-

[1] H. Carpenter, *Report on the Crinoidea of the Challenger*, vol. XI, 1884, p. 109.

dons génitaux se prolongent à l'intérieur de ce réseau et en suivent presque tous les méandres; il est possible qu'ils aboutissent au point central où les cellules sexuelles se

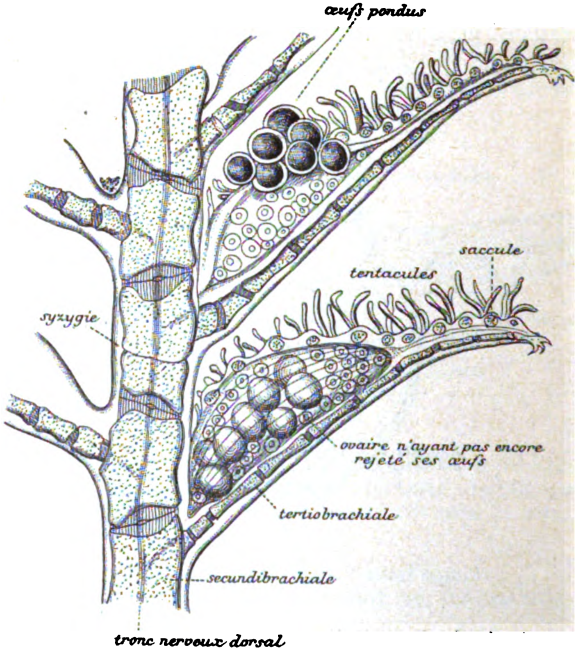


Fig. 105.
Portion de bras, au moment de la ponte des œufs (alcool, glycérine) ; × 26.

sont différenciées au début du développement, mais il est impossible de les suivre. Toujours est-il qu'on ne trouve plus de cordons génitaux dans le plexus péri-œsophagien.

Les ovaires et les testicules sont des glandes en forme d'ovoïde allongé, qui gonflent considérablement les pin-

nules au moment de la maturité sexuelle. Les œufs développés provoquent la rupture de la paroi pinnulaire en un ou plusieurs points de moindre résistance et sortent par ces orifices artificiels ; ils sont fécondés extérieurement et restent attachés par une sécrétion visqueuse sur la pinnule, jusqu'à la mise en liberté des larves (fig. 105). L'orifice mâle est un petit orifice saillant perforé sur le côté de la pinnule.

Histologie. — Le testicule est limité par une mince paroi conjonctive avec fibres musculaires obliques ; du côté interne, la paroi porte de nombreux plis saillants, ce qui accroît considérablement la surface d'attache des spermatogonies. Les spermatozoïdes mûrs ont une tête conique et un segment moyen sur lequel s'attache la queue ; les œufs renferment une certaine quantité de vitellus et ont une membrane vitelline transparente ; le noyau des ovocytes renferme un gros nucléole réfringent.

La ponte a lieu pendant les mois chauds, à une époque un peu différente suivant les mers, de mars à avril dans la Méditerranée, de fin mai à fin juin à Trieste, dans les mois de juin et juillet sur les côtes d'Angleterre et de Bretagne. Les œufs sont rejetés en plusieurs fois, à quelques jours d'intervalle.

Forme larvaire. — Le développement de l'*Antedon* a été l'objet de nombreux travaux, dont le dernier en date, celui de Seeliger, est remarquablement complet. Dans les œufs encore attachés aux pinnules, se développe une larve allongée (fig. 106), munie de cinq bandes ciliées et d'une touffe de cils à l'un des pôles ; le lobe dit préoral se ter-

mine par une dépression qui servira à la fixation ; des pièces calcaires commencent à apparaître dans les tissus. Cinq jours après la ponte, la larve sort de l'œuf et nage librement pendant un ou plusieurs jours, puis se fixe sur un objet quelconque au moyen du lobe préoral ; les bandes

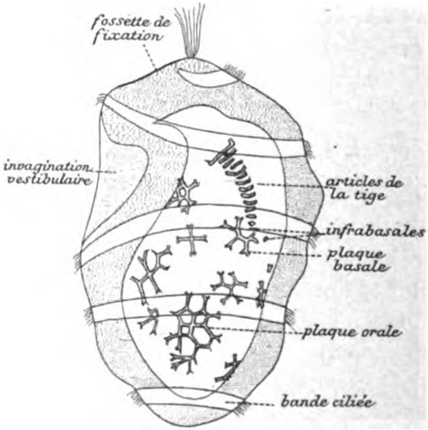


Fig. 106.
Larve libre, vue latéralement, le lobe préoral en haut (modifié d'après SEELIGER) ; × 145.

ciliées disparaissent rapidement ; la partie supérieure renflée deviendra le disque, la partie inférieure la tige.

Dans la phase dite *cystidéenne*, la surface orale présente une bouche centrale entourée de 15, puis de 25 tentacules et de 5 saccules identiques à ceux de l'adulte ; l'anneau ambulacraire ne porte qu'un seul tube aquifère qui s'ouvre au dehors dans l'interradius anal (CD).

Six semaines après la fixation, les bras se développent et marquent le commencement de la phase dite *pentacrinoïde ;* ce sont cinq prolongements creux du disque qui

se bifurquent pour donner les bourgeons brachiaux ; ceux-ci se divisent encore pour donner les pinnules, qui sont ainsi des ramifications avortées du bras. Il se développe des cirres sur la centro-dorsale et quatre autres tubes

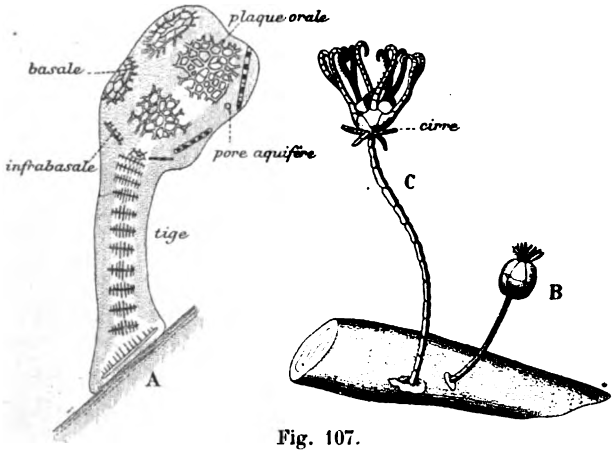


Fig. 107.

A. Larve fixée depuis deux jours (d'après Seeliger) ; × 60. — B. Larve à 15 tentacules ; × 10. — C. Larve au stade pentacrinoïde, avec 10 bras et 5 cirres ; × 10.

aquifères semblables au premier. Peu après ce stade, le jeune *Antedon* se sépare de sa tige et devient libre.

Régénération. — Les bras s'autotomisent très fréquemment, au niveau des syzygies ; il est facile de provoquer leur rupture en les touchant avec la pince électrique ou en plongeant la Comatule dans l'eau de mer chauffée à 37°-38° [1] ; les portions détachées se régénèrent très rapi-

[1] Preyer, *Über die Bewegungen der Seesterne*, Mittheil. aus der Zool. Stat. zu Neapel, Bd 7, 1886-7, p. 27 et 191.

dement. Dans des circonstances mal connues, la Comatule se défait de tous les organes renfermés dans le disque (*éviscération*), de sorte qu'il ne reste que le squelette aboral portant les bras à son pourtour; l'animal continue à se mouvoir comme si de rien n'était, et il se reforme un nouveau sac viscéral en trois ou quatre semaines [1].

Commensaux et parasites. — L'*Antedon bifida* héberge un certain nombre de commensaux et de parasites, dont voici la liste :

Myzostoma glabrum F.-S. Leuckart. — Espèce sédentaire, toujours fixée au voisinage de la bouche (Méditerranée, Adriatique).

Myzostoma cirriferum F.-S. Leuckart. — Espèce vagabonde, individus souvent très nombreux, rampant librement sur le disque et les bras (Naples et Trieste) (Graff, *Report Challenger*, vol. X, 1884; vol. XX, 1887).

Stylina comatulicola Graff. — Petit Gastéropode fixé sur le tube anal ou aux pinnules, la trompe enfoncée dans la peau (Naples, sur 4 p. 100 environ des Comatules) (Graff, *Zeitschrift für wiss. Zool.*, Bd 25, supplément, 1875, p. 124).

Collocheres gracilicauda Brady (*Ascomyzon comatulæ* Rosoll). — Copépode vivant à la surface du corps, signalé à Trieste par Rosoll (*Sitzber. d. kais. Akad. der Wiss. Wien*, Bd 97, 1 Abth., 1888, p. 188).

Crustacé non décrit habitant fréquemment le tube diges-

[1] Dendy, *On the regeneration of the visceral mass in Antedon rosaceus*, Stud. Biol. Lab. Owens College, vol. I, 1886, p. 229.

tif des Comatules de Plymouth (W. Carpenter, *Phil. Trans.*, 1866, p. 701). J'ai trouvé souvent un Copépode vivant dans le tube digestif des Comatules de Naples.

Copépode (?) perforant non décrit, enfoncé dans les tissus des Comatules de Naples (Vogt et Yung, *Traité d'Anatomie comparée pratique*, p. 569).

Infusoire holotriche non décrit, très abondant dans l'intestin et remplissant parfois entièrement ses diverticules (fig. 95) : corps arrondi à une extrémité et acuminé à l'autre, un macronucléus sphérique au milieu du corps et un petit micronucléus (Roscoff).

Hemispeiropsis antedonis Cuénot. — Infusoire péritriche vivant à la surface du corps (Roscoff, Saint-Vaast, Méditerranée) (Cuénot, *Zool. Anzeiger*, n° 455, 1894).

Différentes méthodes recommandées pour l'étude de la Comatule. — A part le squelette et l'examen externe, on ne peut étudier la Comatule que par le procédé des coupes sériées. Le sac viscéral, séparé du squelette, se fixe très bien par le liquide de Flemming seul ; pour les coupes totales de disque et de bras, le liquide de Flemming, puis l'acide chromique 1 p. 100, qui fixent et décalcifient en même temps, donnent les meilleurs résultats. Il importe de décalcifier très lentement, en raison de la facilité avec laquelle se creusent des cavités artificielles dans le squelette aboral. Laver soigneusement à l'eau, au besoin dans le vide, pour enlever les dernières bulles de gaz et les acides, et colorer sur coupes. Le sublimé ou l'alcool à 70°, suivis d'un décalcifiant, peuvent aussi être employés, quand on veut colorer en masse avant de couper.

Bibliographie.

Outre les travaux cités, consulter :

LUDWIG. — *Beiträge zur Anatomie der Crinoideen.* Zeit. für wiss. Zool., Bd 28, 1877, p. 255.

HAMANN. — *Anatomie der Ophiuren und Crinoiden.* Jen. Zeit. Naturw., Bd 23, 1889, p. 233.

PERRIER (E.). — *Mémoire sur l'organisation et le développement de la Comatule de la Méditerranée.* Nouv. Arch. Museum Paris, 2e série, t. IX, 1886 ; 3e série, t. I, 1889, et t. II, 1890.

CUÉNOT. — *Etudes morphologiques sur les Echinodermes.* Arch. Biol., t. XI, 1891, p. 313.

SEELIGER. — *Studien zur Entwicklungsgeschichte der Crinoiden.* Zool. Jahrb., Bd 6, 1892, p. 161.

BATHER. — Bibliographie très complète dans *Zoological Record* depuis 1893.

CHAPITRE XI

L'OURSIN

Par L. CUÉNOT
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

OURSIN RÉGULIER

Echinus esculentus L..

Place de l'Oursin dans la systématique. — L'*Echinus esculentus* est un Oursin appartenant au groupe des *Gnathostomes homognathes*, c'est-à-dire possédant un appareil masticateur dont les cinq pyramides sont toutes égales et dressées ; c'est un type d'Oursin dit régulier, le corps hémisphérique étant partagé par les radius en cinq tranches égales, et l'anus se trouvant à l'intérieur des pièces calcaires de l'apex (*anus endocyclique*) ; il appartient à la famille des *Echinidæ*, très développée à l'époque actuelle, qui renferme la plupart des Réguliers de nos mers (*Strongylocentrotus*, *Sphærechinus*).

Synonymie[1]. — Cette espèce, bien reconnaissable par sa grande taille, a été signalée pour la première fois en 1678 par Lister, et décrite sous le nom d'*Echinus esculentus* en

[1] Voir Lovén, *On the species of Echinoidea described by Linnæus*, Bih. Till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar, Bd 13, 1887.

1758 par Linné, dans la 10e édition du *Systema naturæ ;* il paraîtrait, d'après Linné, qu'on mange ses glandes génitales dans certaines localités, d'où le nom spécifique qu'il lui a attribué. En 1776, O.-F. Müller lui a donné le nom d'*E. sphæra,* qui doit être abandonné.

Habitat. Mœurs. — L'*Echinus esculentus* est une espèce de l'Atlantique nord et est, commune sur les côtes scandinaves, et atteignant au nord le Spitzberg et l'Islande; au sud, il descend le long des côtes de Danemark, Allemagne, Hollande et Grande-Bretagne, jusque sur la côte ouest de France (Roscoff, Concarneau, Belle-Isle).

Il vit sur des fonds de roches et sable mêlés, probablement par troupes, car le faubert en ramène généralement beaucoup d'individus à la fois, par des profondeurs de 10 à 200 mètres ; à Roscoff, dans les grandes marées, on a même trouvé des individus à marée basse (Beclem, Rech'hier Doun).

Il est assez difficile de le conserver plus de cinq ou six jours dans les aquariums les mieux installés ; il exige une demi-obscurité et une eau courante extrêmement aérée. En captivité, il est souvent attaqué et dévoré, malgré sa carapace et ses piquants, par de gros Crabes et des Poissons carnassiers.

Description extérieure de l'animal. Principaux orifices. — Cet Oursin est le plus grand des Oursins connus, actuels ou fossiles ; il atteint jusqu'à 152 millimètres de diamètre et 120 millimètres de hauteur (spécimen de Roscoff). Il peut être comparé à une demi-sphère creuse ; la surface de section est la *face orale* (fig. 108), portant au centre

la bouche dans laquelle se voient cinq fortes dents, entourée d'un espace membraneux parsemé de petites plaques calcaires, la *membrane buccale*, dont le bord externe limite le *péristome*. Au pôle opposé (*pôle aboral* ou *apex*), se trouve un ensemble de grosses pièces calcaires, consti-

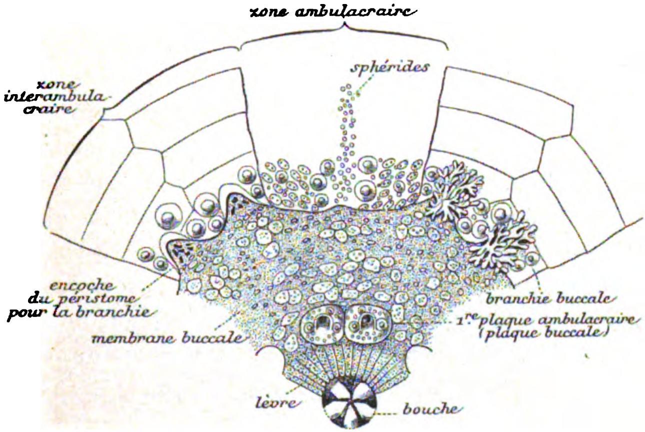


Fig. 108.

Portion de la face orale débarrassée des appendices du test (à droite les branchies buccales ont été conservées ; à gauche, elles ont été sectionnées).

tuant le *calice* ou *appareil apical* (fig. 109). Entre le calice et le péristome, le corps est un test solide, divisé en 10 zones, 5 *ambulacraires* étroites ou *radius*, reconnaissables aux petits trous géminés dont elles sont perforées, et 5 *interambulacraires* ou *interradius* plus larges. Le centre du calice est occupé par un *périprocte*, champ membraneux parsemé de petites plaques calcaires, dans lequel l'anus est perforé excentriquement; autour du périprocte se trouvent 10 grosses plaques, 5 radiaires, les

terminales (ocellaires ou radiales des auteurs) présentant un *pore terminal,* et 5 interradiaires, les *basales* (génitales des auteurs), portant chacune un *pore génital;* l'une des basales, plus grosse que les autres, est perforée d'une myriade de petits pores et prend le nom de *madréporite.*

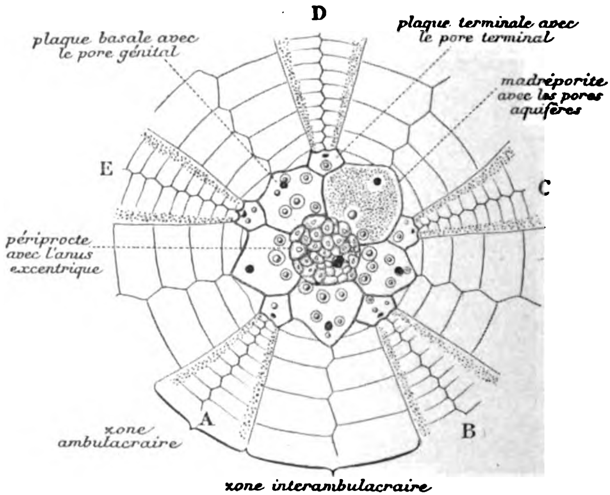


Fig. 109.
Face aborale de l'Oursin, dépouillée de ses piquants.
Grandeur naturelle.

Chacune des zones ambulacraires comprend deux rangées méridiennes de plaques alternes; elle commence près de la bouche par deux plaques séparées (fig. 108), qui sont les premières formées de la zone; celles qui sont venues ensuite n'ont pas rejoint ces deux plaques, et se sont arrêtées au bord du péristome; les plaques suivantes, qui se forment toujours au contact des terminales, exercent

par leur croissance une pression sur les plaques anciennes, fixées au bord du péristome; il en résulte que les plaques, toutes égales au début, ne tardent pas à se fusionner en partie en formant de grandes *plaques composées* (fig. 110), constituées d'ordinaire par trois plaques simples, l'une occupant encore toute la largeur de la demi-zone (*plaque*

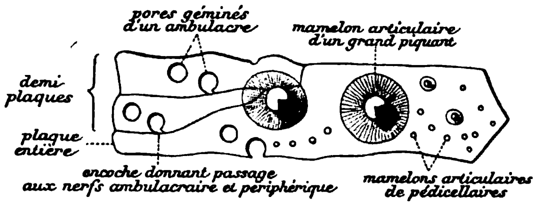


Fig. 110.

Plaque ambulacraire (région moyenne du corps), traitée par la potasse, et vue par sa face externe ; le côté droit correspond à la ligne médiane de la zone ambulacraire ; le côté gauche est en contact avec la zone interambulacraire voisine ; le bord supérieur regarde le pôle aboral ; × 5.

entière), les deux autres (*demi-plaques*) étant réduites à un étroit triangle.

Chacune des zones interambulacraires est aussi formée par deux rangées méridiennes de grandes plaques, mais elles s'arrêtent au bord du péristome et ne passent pas sur la membrane buccale; dans chaque zone, les premières plaques sont entamées par deux échancrures, qui donnent passage aux *branchies buccales* (fig. 108).

Nomenclature des radius. Orientation. — L'Oursin reposant sur le pôle aboral, la bouche en haut, on convient d'appeler A le radius opposé à l'interradius madréporique; puis, en marchant dans le sens des aiguilles d'une montre,

les autres radius recevront les lettres B, C, D, E; les interradius sont définis par les lettres des radius qui les circonscrivent : l'interradius du madréporite sera CD, les autres DE, EA, AB, BC.

Pour faciliter la comparaison des Oursins réguliers avec ceux dits irréguliers, chez lesquels le test présente une symétrie bilatérale évidente, on est convenu d'orienter les Réguliers de la façon suivante : lorsque le test est vu par sa face aborale, on place le radius D en avant, de façon à ce que l'interradius madréporique soit à droite et en avant. Le plan sagittal qui passe par le radius D et le milieu de l'interradius AB est le *plan de Lovén*, sans importance pour les Réguliers, mais qui devient le plan de symétrie bilatérale chez les Irréguliers.

Dans toutes les descriptions anatomiques, l'Oursin est supposé avoir la bouche en haut et le pôle aboral en bas, à la manière d'un Crinoïde.

Téguments. — Les téguments comprennent de dehors en dedans : un épiderme vibratile, qui manque dans les points exposés aux frottements, une épaisse couche conjonctive, presque entièrement calcifiée, et un épithélium péritonéal, très plat et vibratile. La couche calcifiée (fig. 111) est formée d'un réseau calcaire, comprenant des aréoles où se loge un réseau organique, véritable moule des cavités du réseau minéral ; le réseau organique est constitué par une substance fondamentale, amorphe et fibrillaire, parsemée de nombreux noyaux, et assez lâche pour permettre à des globules migrants de se frayer une route à travers le test. L'épiderme est formé de hautes cellules filiformes, très souvent vibratiles, entre les bases des-

quelles courent des fibrilles nerveuses (plexus intra-épi-

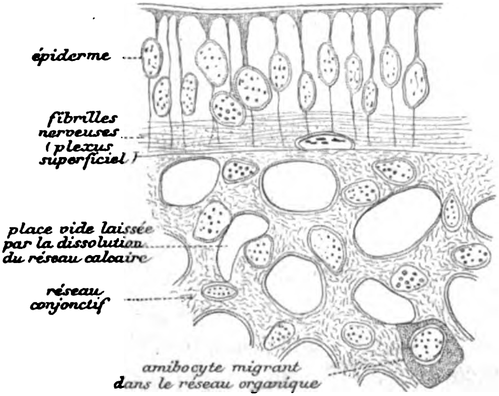


Fig. 111.

Coupe de la paroi du corps (région aborale) chez un jeune Oursin pièce décalcifiée par l'alcool azotique ; × 1250.

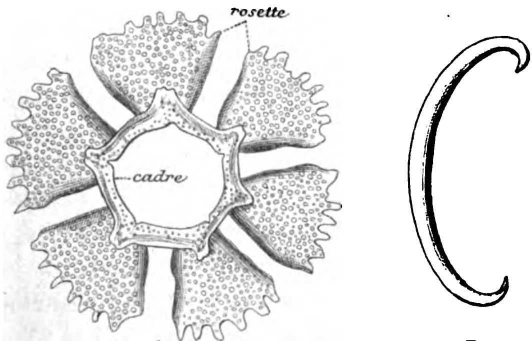


Fig. 112.

A. Ventouse d'un ambulacre de la face orale, traitée par la potasse chaude, et vue du côté profond ; × 35. — B. Spicule dans le tissu conjonctif péritonéal ; × 620.

dermique), qui innervent tous les appendices du test.

Dans le tissu conjonctif de beaucoup d'organes, il y a des plaques calcaires libres (ventouses des ambulacres) ou des spicules en forme de C (fig. 112).

Appendices du test. — PIQUANTS. — Les piquants, primaires ou secondaires, suivant leur taille, sont articulés sur un mamelon calcaire (fig. 117), auxquels ils sont reliés par un ligament circulaire et par une couronne de muscles; l'épiderme, à la base de tous les piquants, renferme un anneau nerveux ganglionnaire. Chez l'*Echinus esculentus,* les piquants n'ont guère qu'un rôle défensif et ne servent pas à la locomotion.

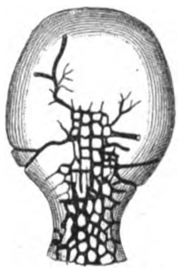


Fig. 113.
Sphéride traité par la potasse chaude ; le réseau organique est entièrement injecté d'air et se dessine en noir sur la substance vitreuse du sphéride ; × 130.

SPHÉRIDES. — Les sphérides (fig. 113) sont de petites massues calcaires, très réfringentes, de $0^{mm},24$ de hauteur, articulées sur des mamelons du test comme les piquants; ils sont toujours sur la face orale, sur les premières plaques ambulacraires qui entourent le péristome, tout près de la ligne médiane du radius (fig. 108). Chaque sphéride est muni à sa base d'un anneau nerveux ganglionnaire et est revêtu d'un épiderme aplati. Ce sont certainement des organes sensoriels, peut-être chargés du sens de l'orientation locomotrice. Il y en a plus d'une centaine chez l'*Echinus*.

PÉDICELLAIRES. — Les pédicellaires sont de petits organes

défensifs, placés un peu partout sur le test de l'Oursin ; ils sont formés de trois valves calcaires, articulées entre elles et dentées sur leurs bords, placées à l'extrémité d'un pédoncule membraneux renfermant une tige calcaire articulée sur un petit mamelon du test. On distingue quatre sortes de pédicellaires : les *tridactyles* (fig. 114), très grands, à longues valves pointues, les *gemmiformes* (fig. 115), à valves munies de glandes et de crochets inoculateurs, articulées directement sur la tige, les *ophicéphales* ou *buccaux*, qui forment des groupes sur la membrane buccale et se retrouvent aussi isolés sur le test, reconnaissables à leurs valves trapues, munies inférieurement d'un arc calcaire (fig. 114), et enfin les *trifoliés*, très petits, à valves arrondies en forme de feuilles (fig. 114).

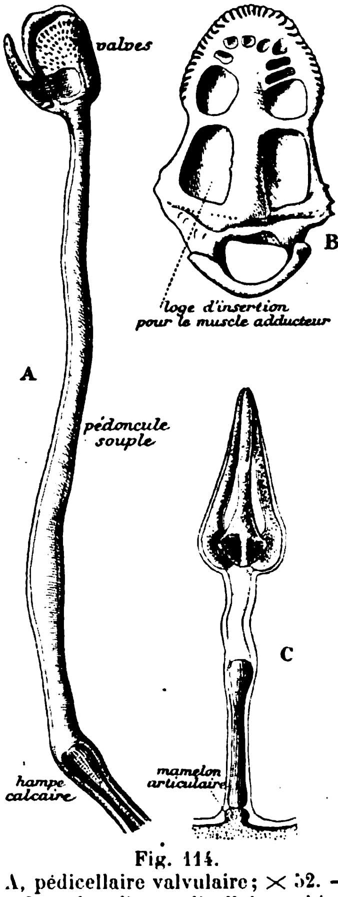


Fig. 114.
A, pédicellaire valvulaire ; × 52. — B, valve d'un pédicellaire ophicéphale, vue par la face interne, après traitement par la potasse ; × 52. — C, pédicellaire tridactyle. × 10.

Les pédicellaires gemmiformes atteignent surtout une grande complication (fig. 115) : les valves portent sur leur face externe une grosse glande sécrétant un mucus pro-

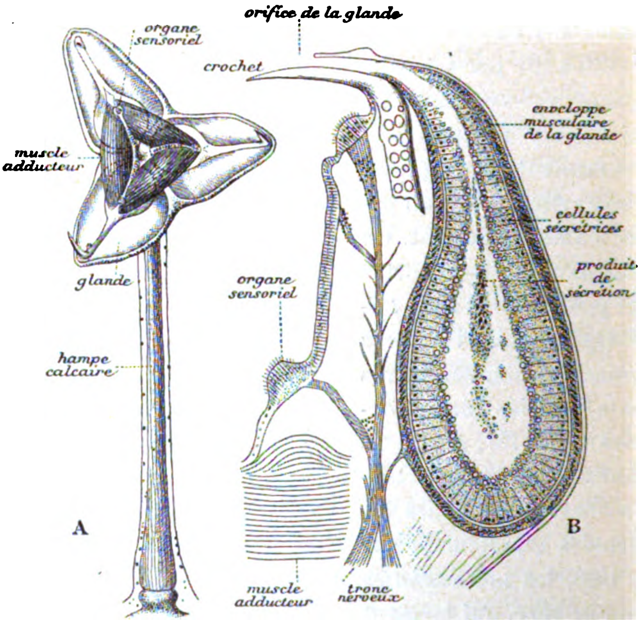


Fig. 115.

A, pédicellaire gemmiforme, les valves ouvertes ; × 24. — B, coupe à peu près sagittale d'une valve de pédicellaire gemmiforme (d'après HAMANN).

bablement vénéneux et débouchant au-dessus du crochet terminal ; des organes sensoriels avertisseurs, richement innervés, se trouvent à la face interne des valves.

Sur un Oursin bien vivant, les pédicellaires sont constamment en mouvement, se balançant sur leur tige, les

valves ouvertes; lorsqu'un animal vient au contact de l'Oursin, ils le mordent et se laissent arracher du test plutôt que de lâcher prise. C'est grâce à leur présence que le corps et les piquants ne portent jamais d'animaux fixés.

Description du système nerveux. — Le système

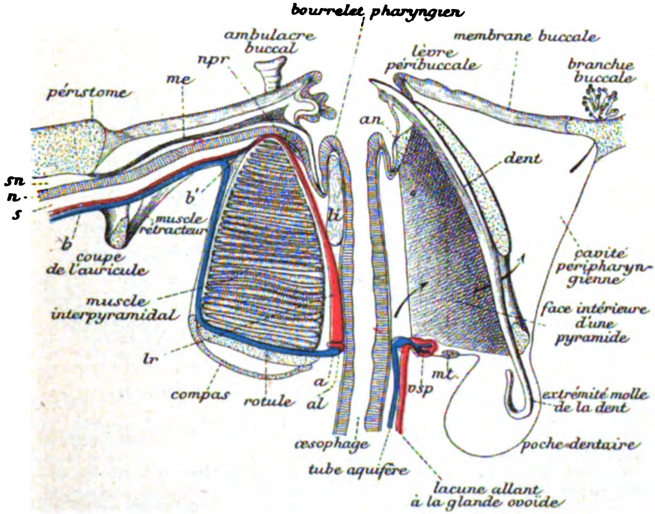


Fig. 116.

Coupe sagittale de l'appareil masticateur et de la face orale, passant par le radius A et l'interradius CD.

a, anneau ambulacraire oral. — *al*, anneau lacunaire. — *an*, anneau nerveux. — *b*, canal ambulacraire radial. — *b'*, rameau émis par ce canal, destiné aux ambulacres buccaux.— *li*, grosse masse ligamenteuse soutenant dans les radius les bourrelets pharyngiens. — *lr*, lacune radiale, séparée par un septum de l'anneau lacunaire et très dilatée dans sa portion inférieure (lacune pharyngienne). — *me*, membrane ligamenteuse sur laquelle repose le système nerveux, depuis le moment où il a passé sous l'auricule. — *mt*, coupe du muscle transversal des compas. — *n*, ruban nerveux radial. — *npr*, amas ganglionnaire profond, innervant les muscles de l'appareil masticateur. — *s*, sinus sous-neural, s'oblitérant au moment où le ruban nerveux passe sous l'appareil masticateur. — *sn*, sinus épineural, oblitéré au niveau du péristome. — *vsp*, vésicule spongieuse.

nerveux central est formé d'un anneau péri-œsophagien et

de cinq rubans radiaux, qui sont complètement séparés de l'ectoderme et se trouvent au-dessous du test calcaire. L'anneau oral (fig. 116) est presque continu avec le revêtement épithélial de l'œsophage, il lui donne de nombreuses fibrilles nerveuses qui passent dans le tube digestif. A

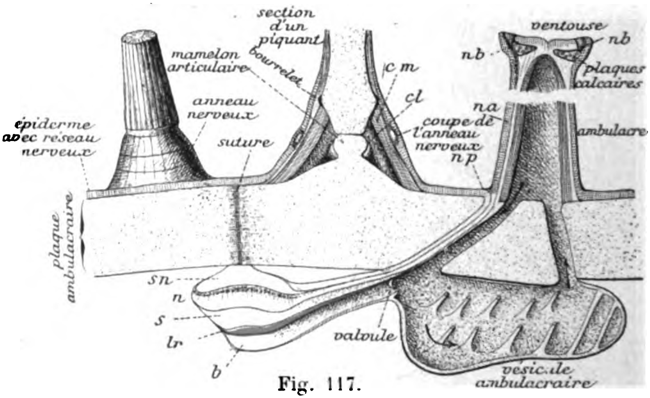


Fig. 117.

Section épaisse, perpendiculaire à un radius.

b, canal ambulacraire radial émettant un canal transverse. — *cl*, ligament circulaire du piquant. — *cm*, couronne de fibres musculaires. — *lr*, lacune radiale émettant une lacune transverse pour l'ambulacre. — *n*, ruban nerveux radial émettant les nerfs périphérique et ambulacraire. — *na*, nerf ambulacraire se terminant sous la ventouse par un anneau *nb*; — *np*, nerf périphérique. — *s*, sinus sous-neural. — *sn*, sinus épineural (les flèches indiquent le sens de la circulation du liquide ambulacraire).

l'origine des rubans radiaux et à leur face profonde, on trouve un centre moteur, amas nerveux ganglionnaire chargé de l'innervation des muscles de l'appareil masticateur. Tout le long de leur trajet, les rubans radiaux émettent au niveau de chaque ambulacre (fig. 117) une paire de nerfs intimement accolés qui traversent le test (voir fig. 110, l'encoche produite par leur passage) : l'un est le *nerf ambulacraire* proprement dit, qui suit l'ambulacre

jusqu'à son extrémité et se termine en dessous de la ventouse par un anneau intra-épithélial ; l'autre est le *nerf périphérique* qui, arrivé au contact de l'épiderme, passe entre ses cellules et forme le plexus superficiel répandu sur toute la surface du test (fig. 111). A son extrémité, chaque ruban radial (fig. 118) passe par le pore terminal, en recouvrant un prolongement cœcal du canal ambulacraire, et se continue avec les fibrilles du plexus superficiel. Au pôle aboral, à la face interne du test, il y a un petit anneau nerveux ganglionnaire, logé à l'intérieur de l'anneau aboral (fig. 118 et 127) ; cet anneau paraît être un centre chargé de l'innervation des conduits génitaux ; jusqu'ici on n'a pas trouvé de communication certaine entre lui et le système nerveux général.

Histologie. — Il est très probable, bien que le développement n'ait pas été suivi, que les centres nerveux se sont séparés de l'ectoderme par une invagination, à la manière du neuraxe des Vertébrés ; aussi, en coupe, trouve-t-on qu'un ruban radial est un véritable tube (fig. 117), dont la paroi inférieure s'est seule différenciée en tissu nerveux, tandis que la paroi supérieure est formée d'un simple épithélium plat. La cavité du tube, tout à fait comparable à un épendyme, a reçu le nom de *sinus épineural ;* elle se termine en cœcum aux deux extrémités du ruban radial, d'un côté sous le pore terminal (fig. 118), de l'autre au contact d'un ligament, au moment où le ruban radial passe sous la membrane buccale (fig. 116). Les cellules ganglionnaires des centres sont accumulées sur la face primitivement périphérique ; elles ont gardé une certaine ressemblance avec les cellules filiformes de l'épiderme,

et paraissent munies de deux prolongements, dont l'inférieur plonge dans une épaisse couche de très fines fibrilles nerveuses.

L'histologie fine des centres nerveux est d'ailleurs à peu

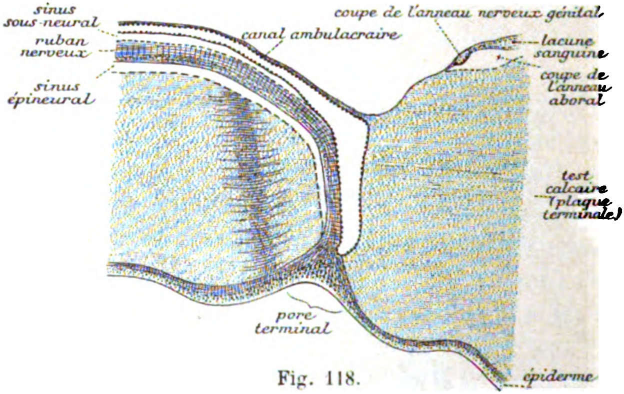


Fig. 118.

Coupe exactement radiale passant par le pore terminal, chez un jeune Oursin.

près inconnue, les procédés de Golgi et au bleu de méthylène n'ayant pas encore été appliqués avec succès chez les Echinodermes.

Organes des sens. — Les organes du tact sont les ambulacres, notamment les ambulacres buccaux qui ne servent pas à la locomotion ; on ne connaît pas le siège de l'odorat, bien qu'il existe probablement (ambulacres buccaux ?) ; les sphérides ont une fonction sensorielle certaine, mais encore énigmatique (orientation locomotrice ?). Il n'y a pas d'organes visuels.

Description de l'appareil digestif. — La bouche,

entourée d'une lèvre épaisse, renferme cinq dents visibles au dehors. L'œsophage est entouré d'un puissant appareil masticateur [1] (lanterne d'Aristote, fig. 116 et 119), formé de cinq pièces interradiales, tétraédriques (*pyramides*), por-

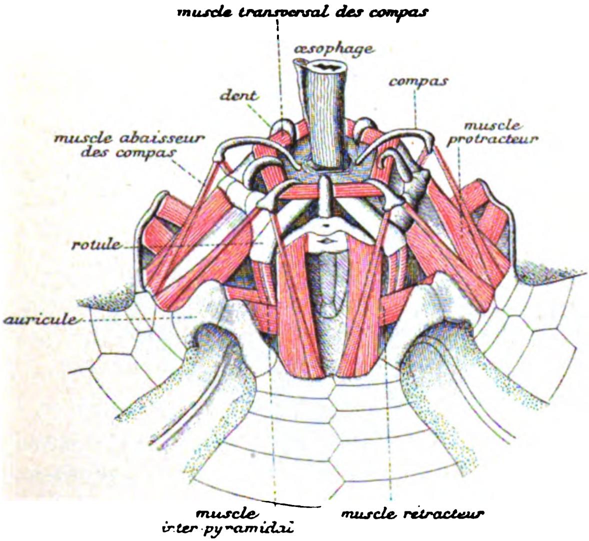


Fig. 119.
Appareil masticateur et anneau pérignathique, montrant les différents muscles.

tant chacune une dent revêtue d'émail très dur. Les cinq pyramides sont réunies en une seule masse par des muscles insérés sur leurs faces latérales et par cinq pièces solides intercalées entre elles comme des coins (*rotules*) ;

[1] Voir pour la structure intime Giesbrecht, *Der feinere Bau der Seeigelzähne*, Morph. Jahrbuch, Bd 6, 1880, p. 79. Pour la morphologie des pièces : Lovén, *Echinologica*, Bih. Till. K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar, Bd 18, 1892.

au-dessous des rotules se trouvent les *compas* ou pièces en Y, sur lesquels s'insèrent des muscles transverses et obliques. Tout autour de l'appareil masticateur, à la face interne du test, les plaques ambulacraires et interambulacraires forment une saillie prononcée (*anneau périgna-*

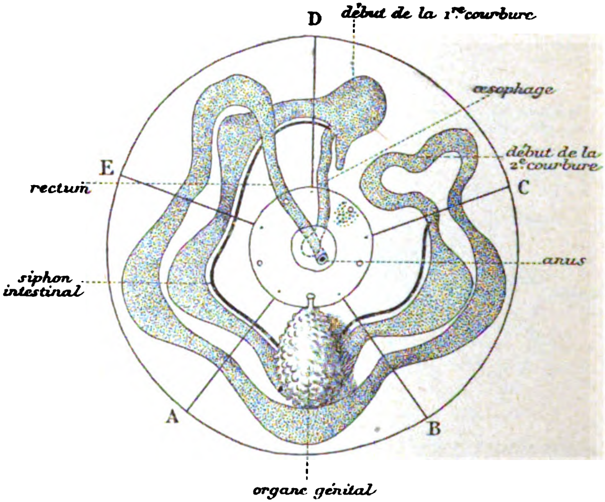


Fig. 120.
Tube digestif vu par la face aborale.
(Le calice et les radius ont été indiqués schématiquement ; pour simplifier la figure l'organe génital AB a été seul représenté.)

thique), sur laquelle s'insèrent de nombreux muscles destinés à faire manœuvrer en tous sens les pyramides. Les pièces ambulacraires portent de fortes éminences (*apophyses myophores* ou *auricules*) qui se rejoignent en formant une sorte d'arche sous laquelle passent les organes radiaux.

Au sortir de l'appareil masticateur, l'œsophage descend

verticalement, puis se porte vers l'interradius CD (fig. 120); l'intestin décrit alors, appliqué contre le test par ses mésentères, un cercle presque complet, dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre (première courbure); arrivé en CD, il se recourbe et refait un second tour en sens inverse (deuxième courbure); enfin dans l'interradius DE, le rectum descend vers l'anus, appliqué contre la glande génitale de cet interradius.

L'intestin est pourvu d'un *siphon intestinal*, tube creux débouchant à ses deux extrémités dans le tube digestif, une première fois au début de la première courbure, une seconde fois à la fin de cette première courbure ; il est tapissé d'un épithélium cylindrique très vibratile. La digestion et l'absorption se font dans la première courbure, entre les deux orifices du siphon ; celui-ci transporte l'eau avalée avec les aliments dans la seconde courbure, de sorte qu'elle ne passe pas dans la région active de l'intestin. Les résidus de la digestion s'accumulent dans la seconde courbure et le rectum.

L'Oursin gratte avec ses dents la surface du fond sur lequel il vit, et avale indistinctement les petits animaux incrustants, les algues fixées et des grains de sable.

Préparation anatomique. — L'Oursin reposant sur la région équatoriale de l'interradius CD, faire une fenêtre dans le test, au niveau du radius A, sans laisser écouler le liquide cœlomique ; avec un peu de précaution, on peut décoller les anses qui passent dans le radius A ; le tube digestif flottant dans le liquide, on peut se rendre compte très facilement de son trajet et surtout des rapports de l'œsophage et du rectum.

Histologie. — Le tube digestif est constitué par un très haut épithélium cilié, reposant sur une couche conjonctive lâche, dans laquelle sont logées des fibres musculaires circulaires et longitudinales ; en dehors, l'intestin est recouvert de l'épithélium péritonéal ; même structure pour le siphon intestinal. Dans la première courbure, l'épithélium intestinal est vivement coloré en brun par des granulations, qui sont sans doute des ferments digestifs ; dans la seconde courbure, l'épithélium est à peu près incolore ; il est aussi le siège d'une sécrétion active (élimination de produits d'excrétion, comme nous le verrons plus tard), et renferme une quantité considérable de globules migrants (surtout amibocytes à échinochrome) [1].

Globules sanguins. — Le liquide cœlomique renferme en suspension une quantité considérable de globules amiboïdes que l'on retrouve d'ailleurs dans les divers sinus, l'appareil ambulacraire, aussi bien qu'en voie d'émigration dans le tissu conjonctif et les épithéliums. Ils appartiennent à trois catégories (fig. 121) : 1° des amibocytes incolores, à très longs pseudopodes de forme bizarre, qui ont un pouvoir phagocytaire très développé et une réaction acide (virage au rouge des grains de tournesol bleu ingérés) ; 2° des amibocytes à pseudopodes lobés, qui sont bourrés de petits granules d'un rouge intense (*échinochrome*) ; 3° des amibocytes à pseudopodes lobés, remplis de gros granules incolores, faiblement

[1] Voir Frenzel, *Der Darmcanal der Echinodermen*, Archiv für Physiologie, 1892, p. 81. — Saint-Hilaire, *Ueber die Wanderzellen in der Darmwand der Seeigel*, Travaux Soc. Imp. Natur. Saint-Pétersbourg, t. 27, 1897, p. 221.

acidophiles (*corpuscules mûriformes*), et dépourvus comme les globules à échinochrome de tout pouvoir phagocytaire. On ne sait rien sur les rapports qui doivent exister entre ces trois variétés d'amibocytes ni sur leur mode de remplacement.

Outre les amibocytes, on rencontre dans le liquide cœlomique un nombre énorme de Flagellés parasites, à corps arrondi, nucléé, muni d'un très long flagellum ; ils nagent continuellement en bousculant les globules sur leur passage.

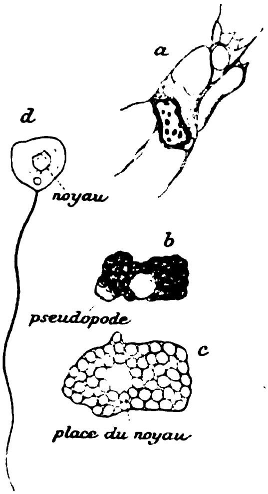


Fig. 121.
Corpuscules du liquide cœlomique.

a, amibocyte incolore (liquide fixé sur lame au sublimé et colore ; × 1250. — *b*, amibocyte à échinochrome. — *c*, corpuscule mûriforme. — *d*, *Oikomona echinorum* Cuénot, Flagellé parasite (*b*, *c*, *d*, dessinés sur le vivant ; × 850).

Lorsque le liquide cœlomique est décanté dans un récipient, il a une légère couleur rosée (due aux globules à échinochrome) ; au bout de quelques minutes, les amibocytes incolores se réunissent les uns aux autres et se fusionnent en une petite masse plasmodiale noirâtre[1], enclavant dans ses mailles les globules à échinochrome et les corpuscules mûriformes. Cette pseudo-coagulation du liquide cœlomique joue un rôle important à

[1] Voir détails à ce sujet dans Geddes, *Observations sur le fluide périviscéral des Oursins*. Arch. zool. exp. (1), t. VIII, 1879, p. 483 — Théel, *Remarks on the activity of amœboid cells in the Echinoderms*. Festskrift Lilljeborg, 1896, p. 47.

l'état normal dans la réparation des blessures du test : si l'on enlève un morceau de test, d'un centimètre carré environ, à un Oursin bien vivant, on constate, quelques heures après l'opération, que l'ouverture est fermée par une membrane continue, d'une épaisseur notable, qui n'est autre chose qu'un plasmode d'amibocytes, aux dépens duquel se reformera un nouveau tissu calcaire.

Cœlome et sinus. — Outre la vaste cavité cœlomique, il existe encore chez l'Oursin d'autres cavités d'origine variée : les unes, résultant du cloisonnement du cœlome : *cavité péripharyngienne*, *cavité périproctale*, *anneau aboral;* deux autres, qui se sont séparées du cœlome primitif au début du développement: *appareil ambulacraire* et *cavité de la glande ovoïde;* enfin des sinus d'origine mal connue ; *sinus épineuraux*, dont nous avons déjà parlé, sus-jacents aux rubans nerveux radiaux et ayant probablement la valeur de cavités d'invagination; *sinus sous-neuraux*, sous-jacents aux rubans nerveux.

La cavité péripharyngienne (fig. 116 et 123), absolument close, enferme complètement l'appareil masticateur; sa membrane limitante très mince s'attache en bas à l'œsophage, en haut au cercle pérignathique (dans les interradius) et à la membrane buccale (dans les radius) ; elle présente des diverticules qui assurent les échanges osmotiques entre son contenu d'une part, l'eau ambiante et le liquide cœlomique d'autre part : 1° dix *branchies buccales*, finement ramifiées, qui passent par des incisures interradiales du péristome (fig. 108); 2° cinq vastes *poches dentaires*, qui enveloppent l'extrémité inférieure et molle des dents.

L'extrémité du rectum est attachée au pourtour du péri-

procte par une lame mésentérique très solide (fig. 127), qui forme le plafond d'une petite cavité annulaire comprise entre elle, le rectum et le périprocte; cette cavité communique d'ailleurs avec le cœlome par quelques perforations de la lame mésentérique.

A la face aborale, on trouve sous le calice une cavité annulaire (fig. 118 et 127) inscrite entre les organes génitaux; c'est l'anneau aboral (pentagone génital des auteurs) qui est clos de toutes parts. Dans sa paroi supérieure sont logés l'anneau nerveux génital dont il a déjà été question et un réseau lacunaire.

Les sinus sous-neuraux sont représentés par cinq sinus radiaux, intercalés entre les rubans nerveux et les canaux ambulacraires (fig. 117), qui se terminent en cœcum à leurs deux extrémités, en haut au contact de l'appareil masticateur, en bas au niveau du pore terminal.

Appareil ambulacraire. — L'appareil ambulacraire, si caractéristique des Echinodermes, est très développé chez l'Oursin : c'est un système de cavités jouant le double rôle d'appareil locomoteur et d'organe de respiration.

Aux fins pores visibles sur la surface externe du madréporite font suite des canalicules capillaires qui se jettent dans un *tube aquifère;* ce tube (fig. 122) traverse verticalement le cœlome, accolé à un organe que nous étudierons plus loin, et aboutit à un *anneau oral* qui entoure l'œsophage (fig. 116 et 126). De cet anneau sortent cinq *canaux ambulacraires radiaux*, qui remontent le long de l'appareil masticateur, passent sous les auricules et longent les radius jusqu'aux pores terminaux, où ils se terminent par un cœcum recouvert du ruban nerveux (formation rudi-

mentaire homologue au tentacule terminal des Astéries et des Ophiures). Tout le long de leur trajet, les rubans radiaux émettent à droite et à gauche de petites branches transverses, munies d'une valvule à leur origine, qui débouchent dans des *vésicules ambulacraires* aplaties et empilées les unes sur les autres (fig. 117). De chaque vési-

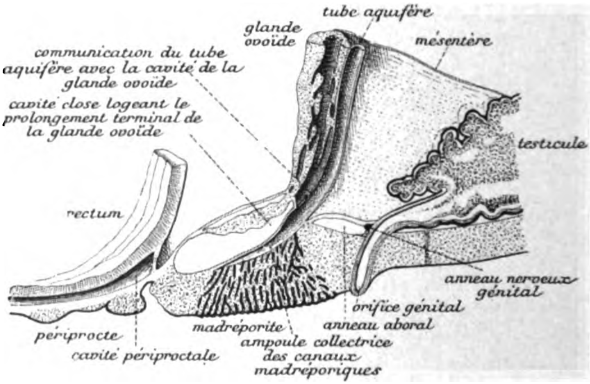


Fig. 122.
Section épaisse passant par le milieu du madréporite et de l'interradius CD.

cule ambulacraire sortent deux canaux qui traversent le test et se jettent dans un *ambulacre*, tentacule cylindrique saillant à la surface du corps et terminé par une puissante ventouse soutenue par une armature de pièces calcaires. Chez l'animal bien portant, les ambulacres s'allongent au maximum dans l'eau ambiante; le liquide ambulacraire, poussé par des cils vibratiles internes, sort de la vésicule par le canal distal, parcourt l'ambulacre et rentre dans la vésicule par le pore proximal; des tractus transverses tendus à l'intérieur de la vésicule, forcent le liquide à y

circuler dans le sens proximo-distal; l'oxygène qu'il a absorbé dans l'ambulacre passe par osmose à travers la paroi de la vésicule et sert ainsi à la respiration du liquide cœlomique.

Au point où le canal ambulacraire radial quitte l'appareil masticateur pour longer la membrane buccale (fig. 116

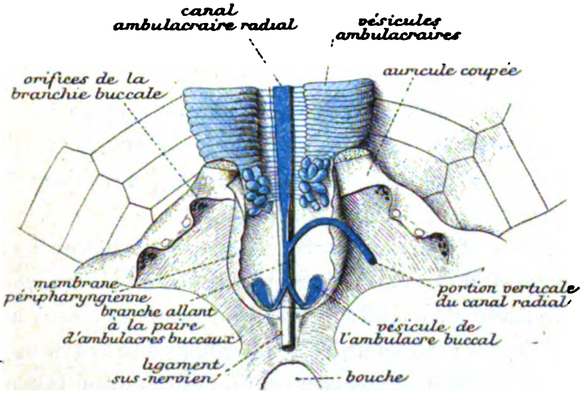


Fig. 123.

Portion de la face orale, vue du côté interne, après injection de l'appareil ambulacraire ; l'auricule a été sectionnée et les pyramides de l'appareil masticateur enlevées.

et 123), il émet une branche impaire qui se bifurque pour aboutir aux deux vésicules des ambulacres buccaux ; ceux-ci ne servent pas à la locomotion et n'ont pas de ventouse à l'extrémité. — Dans chaque interradius, l'anneau oral émet des branches finement ramifiées, qui s'enfoncent dans cinq *vésicules spongieuses* (fig. 126), amas de cellules dépendant de l'anneau lacunaire oral.

Préparation anatomique. — On injecte facilement tout

l'appareil ambulacraire en poussant un liquide coloré soit par le tube aquifère, soit par un canal ambulacraire radial.

Histologie. — Le tube aquifère est revêtu dans toute son étendue d'un épithélium cylindrique, très vibratile, reposant sur une épaisse couche conjonctive (fig. 124). Si l'on détache un tube aquifère et qu'on le porte sous le microscope, on constate que le courant excité par les cils intérieurs va très nettement *de dehors en dedans;* en d'autres termes, il y a appel de l'eau extérieure à travers le crible madréporique, sans doute pour assurer à l'appareil ambulacraire tout entier la turgescence maxima nécessaire à son bon fonctionnement.

Tout le reste de l'appareil ambulacraire est revêtu intérieurement d'un épithélium pavimenteux, dont chaque cellule porte un grand cil vibratile; dans la paroi mince des vésicules ambulacraires, on trouve des fibres musculaires circulaires comprises entre l'épithélium interne et l'épithélium péritonéal; enfin l'ambulacre est constitué de dedans en dehors par l'épithélium ambulacraire, une couche de muscles longitudinaux chargés de rétracter l'ambulacre, une lame de substance conjonctive élastique antagoniste des muscles, et enfin l'épiderme, renfermant le nerf ambulacraire; dans le tissu conjonctif de la ventouse, on trouve (fig. 112) un *cadre* hexagonal ou pentagonal dont chaque côté est formé de quatre lames calcaires superposées, surmonté d'une *rosette* de cinq ou six morceaux.

Glande ovoïde. — La glande ovoïde est un corps brun, très allongé, qui est accolé intimement au tube aquifère (fig. 124), maintenu avec lui dans la position ver-

ticale par un mésentère qui l'attache à l'œsophage et à la glande génitale CD. Du côté aboral (fig. 122), la glande ovoïde se termine par un *prolongement terminal*, logé dans une cavité absolument close, située juste au-dessus du madréporite. Intérieurement (fig. 124), la glande ovoïde est creusée d'une cavité capricieusement ramifiée, qui de-

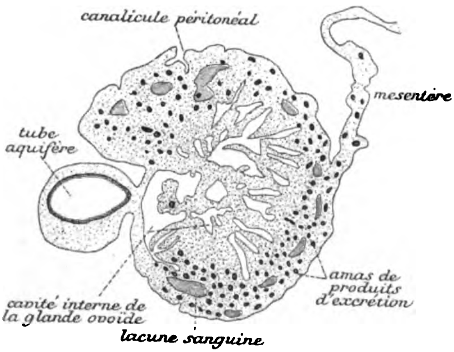


Fig. 124.

Coupe transverse de la glande ovoïde et du tube aquifère, à peu près en leur milieu. Fixation au liquide de Flemming : × 25.

vient de plus en plus grande en approchant de la face aborale ; cette cavité se termine en cœcum du côté oral, tandis que du côté aboral, elle communique par un orifice avec le tube aquifère, de sorte qu'on peut injecter ce canal et le madréporite en poussant un liquide coloré à l'intérieur de la glande ovoïde.

Au point de vue histologique, la glande ovoïde a la structure d'un organe lymphoïde[1] (fig. 125) : elle est constituée par un réticulum conjonctif délimitant des mailles

[1] Cuénot. *Les globules sanguins et les organes lymphoïdes chez les Invertébrés*, Archives d'Anat. microsc., t. I, 1897, p. 153.

assez régulières, dans lesquelles se trouvent de nombreuses cellules ressemblant beaucoup aux amibocytes incolores du liquide cœlomique, et des produits d'excrétion formant des amas de granules jaunes; extérieurement la glande

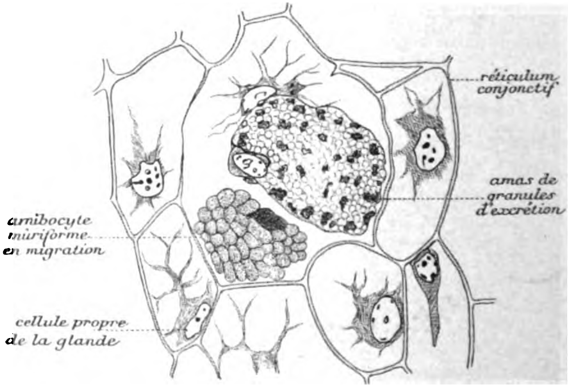


Fig. 125.
Coupe de glande ovoïde. Fixation au liquide de Flemming : × 1250.

est limitée par l'épithélium péritonéal, qui s'invagine à son intérieur en formant de fins canalicules ramifiés, terminés en cœcum.

Appareil lacunaire. — L'appareil lacunaire est aussi très caractéristique des Échinodermes; c'est une sorte d'appareil lymphatique qui ramène de l'intestin les substances absorbées et les distribue aux organes importants de l'animal; il n'y a pas de cœur annexé à ce système, le liquide lacunaire circule lentement par la *vis a tergo*. Sur les coupes, on distingue facilement les lacunes à leur contenu riche en albuminoïdes, coagulés par les réactifs fixateurs.

Toute la première courbure de l'intestin (fig. 126) est recouverte d'un riche réseau de lacunes absorbantes qui

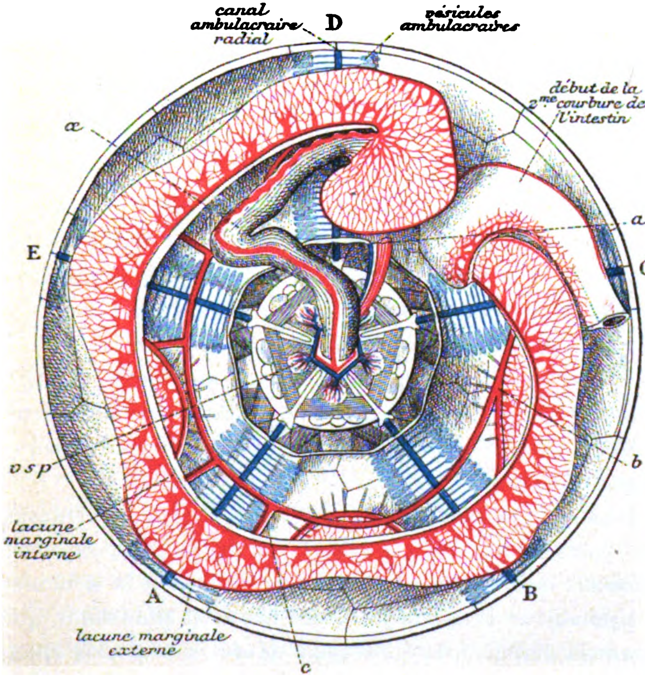


Fig. 126.

Moitié orale vue par la face interne, après injection de l'appareil ambulacraire et du système lacunaire (en partie d'après E. Perrier).

a, tube aquifère et glande ovoïde accolés. — *b*, confluent de la lacune collatérale et de la lacune marginale externe. — *c*, canal transverse de communication entre la lacune collatérale et la lacune marginale externe. — *α*, œsophage longé par la lacune marginale interne allant se jeter dans l'anneau lacunaire. — *vsp*, vésicule spongieuse.

se rassemblent en deux grosses *lacunes marginales*, l'une interne, l'autre externe; cette dernière est reliée par des anastomoses à une grosse *lacune collatérale*, qui paraît

19.

jouer le rôle de réservoir pour le trop-plein du liquide absorbé. La lacune marginale interne se continue seule le long de l'œsophage et va se jeter dans un *anneau lacunaire oral*, intimement accolé à l'anneau ambulacraire. De l'anneau oral partent : 1° cinq *lacunes radiales* qui remontent le long de l'œsophage (*lacunes pharyngiennes*, fig. 116) s'accolent aux canaux ambulacraires radiaux et les suivent jusqu'à leur extrémité, en émettant à droite et à gauche de petites branches qui se perdent à la base des ambulacres; 2° une grosse lacune qui se porte vers la glande ovoïde et y forme un réseau périphérique (la figure 124 montre ces lacunes en coupe transversale), qui parcourt celle-ci jusqu'à son extrémité aborale ; ces lacunes se continuent avec un autre réseau annulaire (fig. 127) placé dans la membrane limitante de l'anneau aboral, duquel réseau partent des ramifications pour chaque organe génital.

L'anneau lacunaire oral porte dans chaque interradius un amas glandulaire saillant ou *vésicule spongieuse* (vésicule de Poli des auteurs), qui a en petit la structure lymphoïde de la glande ovoïde. On a vu plus haut que l'anneau ambulacraire envoyait dans les vésicules spongieuses des prolongements ramifiés permettant les échanges osmotiques entre les contenus des deux systèmes.

Préparation anatomique. — Pour injecter le système lacunaire, il faut se servir de fines canules de verre étirées à la lampe et d'une masse pénétrante de couleur claire : blanc d'argent délayé dans l'eau, essence de térébenthine colorée en vert ou en blanc par une couleur

à l'huile. Le bleu soluble dissous dans l'eau distillée peut être employé quand on veut retrouver sur les coupes la matière injectée.

Le réseau absorbant de l'intestin, l'anneau oral et le réseau de la glande ovoïde se remplissent facilement en poussant l'injection dans la lacune marginale interne, très visible au bord du mésentère, ou encore en perforant avec la canule la superficie de la glande ovoïde. Le réseau aboral avec les lacunes génitales, de même que les lacunes radiales, sont surtout connus par le procédé des coupes et ne s'injectent que très difficilement ; les lacunes radiales sont d'ailleurs séparées de l'anneau oral par une mince cloison qui ne paraît pas permettre le passage direct des liquides (fig. 116).

Organes excréteurs. — L'Oursin possède au moins deux organes d'excrétion, qu'on peut mettre en évidence par la méthode des injections physiologiques : on injecte dans le cœlome, en perforant la membrane buccale avec une canule de Pravaz, une solution filtrée d'indigo-carmin et de carminate d'ammoniaque dans l'eau de mer, et on dissèque l'animal quelques jours après. L'élimination ne se fait convenablement que si l'animal reste tout à fait bien portant.

Quand on ouvre l'Oursin, on voit que le péritoine et la glande ovoïde ont pris une coloration rose très nette, tandis que la seconde courbure de l'intestin, y compris le rectum, est d'un bleu plus ou moins vif. L'indigo a été éliminé activement par l'épithélium interne de la seconde courbure, et on l'y retrouve en grains bleu verdâtre localisés dans la partie superficielle des cellules. Le carmi-

nate se retrouve sous forme de vacuoles roses ou de petits grains dans les amibocytes incolores, libres ou migrants, dans toutes les cellules vibratiles du revêtement péritonéal, et enfin dans les cellules propres de la glande ovoïde et des vésicules spongieuses ; les produits de désassimilation fabriqués normalement par ces cellules à carminate sont d'ailleurs faciles à voir : ce sont de petits granules jaunes, qui finissent par combler la cellule et se réunir en amas plus ou moins volumineux ; les amas péritonéaux tombent dans le cœlome où ils sont capturés par les phagocytes flottants et transportés un peu partout, dans le mésentère, dans la trame organique du test, etc., où ils paraissent rester à demeure, encombrant littéralement le tissu conjonctif des vieux individus ; la glande ovoïde renferme une quantité considérable de ces granules jaunes, accumulés surtout à la périphérie de l'organe (fig. 124 et 125) ; enfin il est probable qu'une petite partie des granules, avalés par les amibocytes, peut s'échapper au dehors par diapédèse de ces derniers, soit à travers le test, soit à travers la paroi mince des branchies buccales.

Description des organes génitaux. — Il y a cinq grosses glandes génitales (fig. 127) qui occupent dans les interradius la place laissée libre entre le périprocte et la seconde courbure intestinale ; leur canal excréteur très court perfore la basale correspondante. Ovaires et testicules ont le même aspect et ne se distinguent que par leur contenu ; très souvent, les glandes sont soudées entre elles par des prolongements qui passent au-dessus des vésicules ambulacraires.

Histologie. — Ce sont des glandes en grappe, tapissées intérieurement de cellules génitales et limitées par une épaisse couche conjonctive. Les spermatozoïdes mûrs

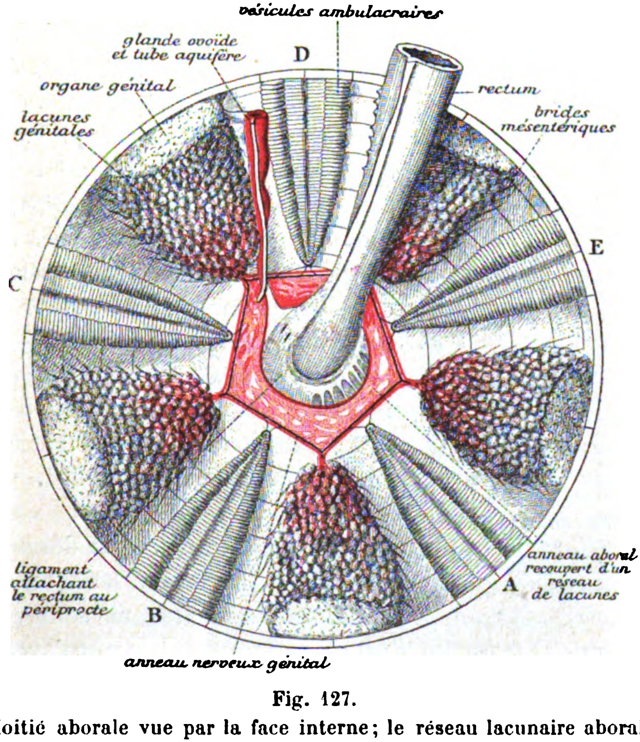


Fig. 127.
Moitié aborale vue par la face interne; le réseau lacunaire aboral et les lacunes génitales sont supposés injectés.

(fig. 128) ont une tête conique, qui porte au sommet un petit granule (Spitzenknopf) mis en évidence par la coloration au dahlia des éléments frais, et à sa base un segment moyen (Mittelstück), qui représente, paraît-il, l'ar-

choplasme qui fournira les asters dans l'œuf fécondé [1]. Les œufs sont peu chargés de vitellus, comme d'habitude chez les Échinodermes ; le noyau des ovocytes renferme un gros nucléole réfringent.

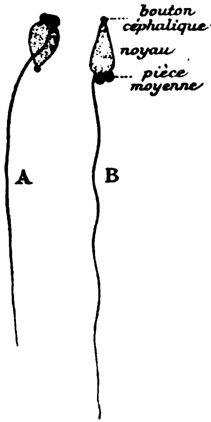


Fig. 128.
A, spermatide à la fin de sa transformation, la tête encore recourbée contre la queue. — B, spermatozoïde mûr (eau de mer additionnée de dahlia).

Les produits génitaux mûrissent pendant l'hiver ; j'ai trouvé en décembre des spermatozoïdes mûrs dans les testicules. Il est probable que la ponte doit avoir lieu à la fin de l'hiver ou au début du printemps. Après la ponte, le contenu des organes génitaux entre en régression, et se transforme en une sorte de bouillie renfermant beaucoup de cellules vacuolaires et de cristaux radiés (en août par exemple) ; on ne sait pas d'ailleurs exactement ce qui se passe durant cette période [2].

Forme larvaire. — Le développement et la forme larvaire de l'*Echinus esculentus* ne sont pas connus avec certitude ; il est certain *a priori* que l'évolution comporte une larve pélagique du type *Pluteus*, qui doit avoir sans doute les caractères généraux des Pluteus

[1] Voir les travaux de Field, *On the morphology and physiology of the Echinoderm spermatozoon*. Journ. Morph., t. XI, 1895, p. 235. — Wilson et Mathews, *Maturation, fertilisation and polarity in the Echinoderma egg*. Journ. Morph., t. X, 1895, p. 319.

[2] Cette régression a été signalée par Giard, *Sur une fonction nouvelle des glandes génitales des Oursins*. Comptes rendus Acad. Sc. Paris, t. LXXXV, 1877.

connus d'Echinidés, à savoir huit bras et quatre épaulettes ciliées. Parmi les larves d'Oursins décrites par J. Müller, il y en a une, trouvée dans la mer du Nord[1], qu'il rapporte avec doute à l'*Echinus esculentus* L.; bien que l'époque où il l'a rencontrée (août et septembre) ne corresponde pas trop à l'époque de la maturité sexuelle, cette attribution est très probable.

Commensaux et parasites. — L'*Echinus esculentus* héberge un certain nombre de commensaux et de parasites dont voici la liste :

Hermadion assimile M'Intosh (*H. echini* Giard) : Polynoïdien mesurant 30 millimètres de long, d'un blanc pur avec une ligne verte sur le milieu du dos; il se loge sur le test, entre les piquants de la face orale, et quand on cherche à s'en emparer, il court rapidement entre les appendices sans vouloir quitter l'Oursin ; il est difficile à voir, malgré sa grande taille, en raison de son homochromie parfaite avec son hôte. Signalé sur les côtes d'Angleterre, d'Irlande, d'Espagne, à Concarneau et à Roscoff; à Roscoff il y a presque toujours un *Hermadion* sur chaque Oursin (M'Intosh, *On British Annelida*, 1874).

Siphonostoma Dujardini Quatrefages : Chlorémien abondant partout sur les *Echinus miliaris :* j'en ai trouvé un individu sur les piquants d'*Echinus esculentus* (Roscoff).

Montacuta substriata Montagu : Lamellibranche fixé par son byssus sur les piquants de la face orale (Angle-

[1] Joh. Müller. *Ueber die Gattungen der Seeigellarven*. Archiv. für Anat., 1853, p. 472. — Mortensen, *Die Echinodermenlar ven der Plankton-Expedition*, Kiel, 1898. (Voir p. 94.)

terre, d'après Jeffreys, *British Conchology*, vol. II, p. 208).

Stilifer Turtoni Broderip : petit Gastéropode rampant sur les piquants aux environs de l'anus (côtes d'Angleterre et de Norvège, d'après Jeffreys, *Ann. and Mag. Nat. Hist.*, 1864).

Syndesmis echinorum François : Rhabdocèle de la famille des Vorticides, d'un rouge-brun, mesurant $2^{mm},5$ de long ; il habite fréquemment dans le cœlome, rampant sur la paroi interne du corps ; on en trouve de 1 à 30 dans les Oursins infestés. Ce Rhabdocèle, remarquable par la présence d'hémoglobine dans ses lacunes mésodermiques, est assez commun à Roscoff (un Oursin sur cinq est infesté) ; François et Russo l'ont retrouvé dans la Méditerranée, habitant le tube digestif d'autres Echinides (voir Cuénot, *Revue Biolog. du Nord*, t. V, 1892, p. 11).

Deux Copépodes, probablement commensaux accidentels, ont été signalés sur le test d'*Echinus esculentus : Asterocheres echinicola* Norman, aux îles Shetland (Norman, *Brit. Assoc. Report*, 1868, p. 300), et *Lichomolgus maximus* I. C. Thompson, dans le golfe de Forth (Scott, *Ann. Scott. Nat. Hist.*, 1896, p. 62).

Oikomonas echinorum Cuénot : Flagellé vivant dans le liquide cœlomique de presque tous les Oursins réguliers et irréguliers de nos mers ; il a été décrit par la plupart des auteurs comme appartenant à l'organisme de l'Oursin, sous le nom de globule vibratile (fig. 121). Corps arrondi renfermant un petit noyau, et une vacuole (?) au point d'attache du flagellum très long et très grêle.

Différentes méthodes recommandées pour l'étude

de l'Oursin. — Pour étudier les pièces calcaires seules, on les débarrasse de la matière organique par une solution de potasse chaude. — Les fixatifs, pour les pièces à débiter en coupes, varient suivant leur teneur en calcaire : le sublimé et le liquide de Flemming donnent de bons résultats pour les pièces qui n'en renferment pas ; le sublimé acétique ou l'acide chromique 1 p. 100 suffisent pour fixer et décalcifier les fragments renfermant peu de carbonate de chaux. Enfin, quand on veut couper des pièces volumineuses très calcaires, on peut fixer par l'alcool à 70° et décalcifier avec de l'alcool additionné de quelques gouttes d'acide azotique, que l'on renouvelle aussi souvent qu'il est nécessaire ; il est indispensable d'achever la décalcification dans le vide, afin qu'il ne reste pas la moindre bulle de gaz dans les tissus. Laver soigneusement à l'eau ou à l'alcool, suivant les cas, pour enlever les dernières traces d'acide et colorer en masse ou sur coupes.

Bibliographie.

Outre les travaux cités, consulter :

LOVÉN. — *Etudes sur les Echinoïdées*. Kongl. Sv. Vet.-Akad. Handlingar, Bd. 2, 1874.

HAMANN. — *Beiträge zur Histologie der Echinodermen*. Jen. Zeit. Naturw., Bd. 21, 1887, p. 87.

PROUHO. — *Recherches sur le Dorocidaris papillata et quelques autres Echinides de la Méditerranée*. Arch. zool. exp. (2), t. V, 1888, p. 213.

CUÉNOT. — *Etudes morphologiques sur les Echinodermes*. Arch. Biol., t. XI, 1891, p. 313.

BATHER. — Bibliographie très complète dans Zoological Record depuis 1893.

CHAPITRE XII

L'OPHIURE

Par N. C. APOSTOLIDÈS
Professeur de zoologie à l'Université nationale d'Athènes (Grèce).

L'OPHIURE FRAGILE

Ophiothrix fragilis (Müll et Trochel).

Place de l'ophiure fragile dans la systématique. Synonymie. — L'Ophiothrix est un ophiure ayant les fentes buccales nues, dépourvues de papilles et les plaques radiales très grandes.

Le genre Ophiothrix était créé par Müller et Trochel et il est caractérisé par les écailles du disque qui sont ou granuleuses ou recouvertes de poils mobiles ou de piquants très grêles. Les bras aussi sont garnis de piquants (fig. 129).

Synonymie. — Lamarck, le premier, employa le nom d'*Ophiure* comme nom de genre parmi les Stellerides en 1816. Le nom d'*Ophiothrix*, du grec ὄφις (serpent) et θρίξ (cheveu) fut créé en 1842 par Müller et Trochel désignant ainsi un genre à part parmi les *Ophiurides* devenues un ordre dans la classe des Astérides.

Habitat. Mœurs. — L'Ophiothrix, est un animal

craintif et farouche, qui cherche à se dérober aux attaques de ses ennemis en grimpant ou en glissant avec habileté dans les fentes des rochers, sur les sols les plus impraticables. Pour arriver à ce but, il n'emploie ses pattes ventouses que d'une manière passagère, mais en

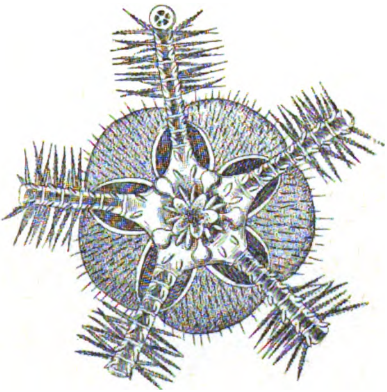


Fig. 129.
Ophiothrix fragilis vue par la face ventrale.

revanche, il se cramponne à l'aide de ses bras qui s'enlacent comme autant de queues prenantes autour des objets.

Lorsqu'on saisit par un de ses bras, un de ces fuyards sur le point de s'éclipser dans quelque cachette étroite et peu accessible, le bras vous reste entre les doigts, tandis que l'Ophiure continue à se mettre à l'abri sans se soucier de cette mutilation qui paraît lui causer en réalité peu de douleur (O. Schmit).

Cette espèce est très commune sur tout le littoral français de l'Océan, ainsi que sur les côtes de la Méditerranée ;

partout on peut en recueillir une centaine à chaque coup de drague. Sa coloration est, d'ailleurs, très variable, ainsi que sa forme.

Description extérieure de l'animal. Principaux orifices. Méthode pour l'orienter. — Cette espèce a le disque brunâtre ou verdâtre légèrement tacheté.

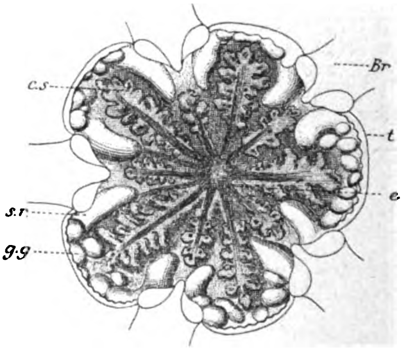


Fig. 130.
Vue du côté dorsal ou les téguments ont été enlevés.

br., bras. — *s.r.*, sacs respiratoires. — *g.g.*, glandes génitales. — *e.*, estomac. *c.s.*, cæcum stomacaux. — *t.*, téguments.

Ses bras, qui sont de même couleur, avec les bandes transversales orangées, sont huit fois environ aussi longs que le diamètre du disque ; ils sont hérissés de piquants aplatis, disposés par six ou sept pour chacune des plaques latérales.

Le disque, regardé par sa face supérieure, c'est-à-dire du côté buccal (dans la position où nous supposons l'animal) présente entre la bouche située au milieu et dix fentes situées par paires à côté de chaque bras.

Orientation. — Pour orienter l'animal nous conseillons de le placer comme dans la figure 130. Cette manière de placer l'animal la bouche en haut est la seule qui en permet facilement l'étude.

Description des téguments et du squelette. Particularités les plus saillantes. — L'ensemble des pièces solides qui constituent le squelette se divise en deux systèmes, *interne* et *externe* [1].

Toutes les parties traversées par une ou plusieurs branches du système aquifère, qui se dirigent vers les tentacules, forment le squelette *interne*, le reste forme le squelette *externe*.

L'*interne* est formé de petites plaques calcaires ayant une forme discoïde. Chaque disque s'articule avec son voisin au moyen de cavités glénoïdes et de condyles. Chaque ossicule discoïde, offre à sa partie supérieure une rainure qui se prolonge dans son milieu jusqu'à son articulation avec ses voisins. En dehors des points d'articulation, ils laissent entre eux des intervalles occupés par le tissu musculaire.

Les ossicules discoïdes, qui pendant le jeune âge de l'animal sont cylindriques, en approchant du centre du disque, forment une rosette, qui est composée de cinq pièces fourchues ayant la forme d'un V. Ces cinq pièces constituent aussi les angles de la bouche. Chaque pièce fourchue représente un angle aigu avec deux côtés égaux ; le sommet se trouve au centre de la bouche et les extré-

[1] H. Simroth. *Anatomie und Schizogonie der Ophiactis virens* (*Sars*). Zeitschr. f. wiss. Zool. Band XXVII, § 420.

mités libres viennent s'appuyer sur les ossicules discoïdes situés à l'origine du bras.

Les pièces fourchues se développent chez le jeune Ophiure avant l'apparition des ossicules discoïdes, et portent à leur extrémité intérieure une plaque qui présente des dents. Cette plaque appartient au système tégumentaire.

Les ossicules discoïdes étant considérés comme composés de deux parties intimement soudées entre elles, peuvent s'assimiler aux pièces *ambulacraires* des autres Echinodermes ; les pièces interambulacraires étant représentées par la partie de la pièce fourchue qui ne porte pas de tentacules et qui est attachée à la plaque mâchoire portant les papilles dentaires.

Le *squelette externe* est représenté par une partie calcaire et par des portions fibreuses.

La partie calcaire est composée de pièces ayant la forme de plaques de différentes dimensions ; autour des bras nous trouvons les ossicules discoïdes enveloppés de tous côtés par des plaques calcaires appelées, d'après leur disposition, *dorsales*, *latérales* et *ventrales ;* elles ne sont pas complètement soudées avec l'ossicule, mais séparées de lui par un espace occupé par du tissu conjonctif et liées entre elles au moyen du même tissu, elles délimitent un canal au milieu duquel passent les ossicules discoïdes.

TÉGUMENTS. — Autour des plaques et plus en dehors se trouve l'enveloppe générale du corps.

Les plaques latérales portent les piquants et les écailles tentaculaires. Les autres plaques portent, quelquefois, de petits tubercules.

Le disque, à son intérieur, est pourvu de plaques dorsales et traversé par des bandes qui portent des piquants. Le disque, regardé par la face supérieure, présente cinq plaques reposant sur les pièces fourchues; sur l'une d'elles, est située la plaque *madréporique*.

TISSU MUSCULAIRE. — Les intervalles des ossicules discoïdes, comme ceux qui existent entre les pièces fourchues, sont occupés par du tissu musculaire, servant à l'ouverture et à la fermeture de la bouche. Aussi, toutes les cavités de l'animal sont traversées par du tissu conjonctif qui se présente toujours, comme chez tous les Échinodermes, sous la forme d'un tissu hyalin parsemé de granulations.

Une double membrane d'origine musculaire tapisse le cercle dentaire depuis l'ouverture de la bouche jusqu'à la muraille des ossicules.

Cette membrane à état frais parait formée de tissu conjonctif rempli d'une matière jaunâtre. Traité par l'acide chromique, ce tissu montre des fibres circulaires.

Description de l'appareil digestif de l'Ophiure. — L'ensemble de l'appareil digestif est logé dans le disque de l'animal ; dans les bras nous ne rencontrons pas de prolongements.

Cet appareil est composé de la *bouche*, de l'*œsophage* et de l'*intestin :*

BOUCHE. — L'armature buccale est composée de papilles dentaires, fixées horizontalement sur la plaque mâchoire qui recouvre l'extrémité des pièces fourchues.

Le mouvement de la mastication s'effectue par les muscles existant entre ces pièces.

En plongeant un instrument dans l'ouverture buccale, on voit que l'animal peut à volonté rapprocher toutes les papilles et fermer complètement la bouche. Mais quelquefois, on voit que les papilles proches à l'œsophage se serrent seulement. C'est ce qui prouve que les muscles de l'armature buccale sont en deux assises, une supérieure et une inférieure, qui agissent ou simultanément ou séparément.

Œsophage. — En regardant l'Ophiure vivante, on voit faisant saillie entre les papilles dentaires, un petit œsophage. Cet œsophage a la forme d'un entonnoir dont la grande ouverture s'attache sur l'intestin, et s'ouvre et se ferme à la volonté de l'animal, grâce à un sphincter musculaire qui pourra être séparé, si on traite l'animal par l'acide azotique.

Des brides longitudinales tapissent son intérieur. Coupé et porté immédiatement sous le microscope dans une goutte d'eau de mer, il se montre garni, dans sa paroi interne, de cils vibratiles.

Sa structure intime est semblable à celle de l'intestin qui lui fait suite.

Intestin. — Estomac et intestin ne font qu'un chez l'Ophiure.

L'ensemble n'est qu'un cul-de-sac à dix rayons, cinq plus longs et cinq plus courts, alternant entre eux.

En face d'un bras un court rayon et en face de l'intervalle de deux bras, un long. Les longs rayons s'enfoncent

entre les sacs respiratoires, tandis que les courts, un peu plus soulevés que les autres aboutissent, juste en face des bras (fig. 130).

Préparation anatomique. — On laisse mourir l'animal dans l'eau de mer, après quoi, on enlève la paroi extérieure du corps et on découvre l'intestin.

Les animaux vivants se contractent de telle manière qu'il est difficile de pouvoir séparer la paroi extérieure sans enlever en même temps le tube digestif lui-même. Le même fait se présente quelquesfois aussi chez les animaux conservés.

Le tube digestif, malgré ses insertions sur la paroi du corps, est facile à détacher, et à isoler en coupant avec attention, à l'aide de la pointe d'un scalpel, les fibres qu'on rencontre. Il y a une paroi externe propre, complètement dépourvue de pièces calcaires.

Histologie. — Le tube enlevé, fixé par l'acide osmique et transféré dans l'alcool absolu, peut être coupé et examiné dans sa totalité, sauf la couche interne, qui n'est visible qu'à l'état frais.

De dedans en dehors nous rencontrons quatre couches (fig. 131) :

1° Une couche épithéliale interne, composée d'une couche de cellules cylindriques extrêmement serrées entre elles, possédant des cils vibratiles ;

2° Une couche brune, limitée entre la couche épithéliale interne et la couche cellulaire. Cette couche, a pour rôle de rapprocher, l'une de l'autre, les parois de l'intestin et la couche musculaire ;

3° Une couche cellulaire, composée de plusieurs assises cellulaires, disposées sur plusieurs plans ; les formes cellulaires sont extrêmement nettes et leur noyau très bien coloré par le picro-carminate. Les cellules ont une forme ovalaire allongée, leurs contours sont nets; leur noyau, coloré plus fortement, a la même forme allongée. Cette couche n'est pas continue, et là où elle existe, elle se présente sous la forme d'un amas cellulaire, composé de plusieurs cellules accumulées et intercalées entre le tissu musculaire ;

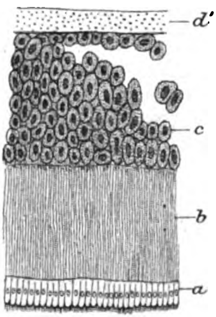


Fig. 131.
Coupe transversale de la paroi stomacale.

a, couche externe. — *b*, couche brune. — *c*, couche cellulaire. — *d*, couche épithéliale externe.

4° Enfin, une couche externe complètement diaphane, remplie de granulations.

Glandes annexes. — L'intestin extérieurement est dépourvu de glandes intestinales, mais la structure de la troisième couche que nous venons de décrire nous fait croire avec raison que c'est là qu'on doit rechercher le siège d'une sécrétion glandulaire qui sert à la digestion des aliments.

Description de l'appareil circulatoire et respiratoire. — Appareil aquifère ou ambulacraire et sous-ambulacraire. — Si nous regardons une Ophiothrix fragilis du côté buccal, nous voyons une des cinq pièces buccales munie d'un petit tubercule.

Cette plaque, différente des autres, est la plaque *ma-*

dréporique ; c'est à elle qu'aboutit le commencement du *canal aquifère*, bien connu chez les Échinodermes.

Extérieurement, il est donc facile de reconnaître la plaque madréporique.

La saillie qu'elle forme n'est pas due exclusivement à son épaisseur, mais surtout à ce qu'elle est soulevée par la plaque buccale correspondante qui a chevauché près d'elle.

L'examen de sa partie supérieure montre qu'elle n'est pas criblée des trous qui caractérisent généralement les plaques madréporiques; c'est au-dessous que se trouve une mince plaque perforée, qui est la vraie plaque madréporique.

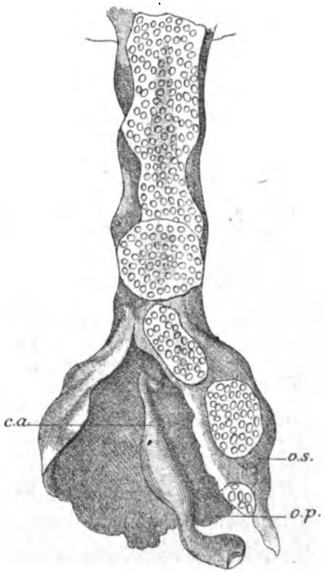


Fig. 132.
Canal aquifère et corps plastidogène.

c.a., canal aquifère. — *o.p.*, glande pyriforme ou corps plastidogène.

Si nous disséquons l'espace compris entre deux bras et limité en haut par la plaque madréporique, nous nous trouvons en présence d'un canal accolé aux muscles qui descendent vers la partie inférieure du disque, il est assez mince et beaucoup plus membraneux que calcaire. Ce canal, en raison de sa disposition, n'est qu'une enveloppe protectrice, l'*organe sacciforme* (fig. 132).

Il contient dans son intérieur le *canal aquifère* et la *glande pyriforme* ou *corps plastidogène*.

Organe sacciforme. — Certains auteurs ont cru que l'organe sacciforme représente une vésicule de Poli transformée, et cela, parce que la vésicule de Poli, dont nous parlerons plus bas, et qui correspond à cette région, manque. Cette opinion, ne paraît pas fondée, car cette enveloppe existe aussi chez les Ophiures qui ne possèdent pas de vésicules de Poli.

Cet organe sacciforme est donc une enveloppe protectrice du canal aquifère et de la glande plastidogène.

Préparation anatomique du système circulatoire. — En poussant une injection soit au *bleu soluble,* soit au *bichromate de plomb,* par le canal aquifère, nous voyons le liquide pénétrer dans un vaisseau annulaire faisant le tour de la bouche.

Cet anneau, connu sous le nom d'*anneau aquifère,* est situé sur le bord du second cercle limité par les premiers ossicules discoïdes des bras (fig. 133).

En regardant la portion de l'anneau située sous l'ossicule discoïde, nous voyons qu'en son milieu pénètre un prolongement médian. Deux autres prolongements s'avancent de chaque côté dans le même ossicule discoïde.

Dans l'intervalle des bras, nous voyons des prolongements en forme de massue. Ces prolongements en cæcum sont les vésicules de Poli.

Si nous poursuivons les vaisseaux qui se prolongent dans le bras, nous pouvons voir que les deux prolongements latéraux se dirigent vers les tentacules buccaux. Celui du milieu, après s'être élevé de l'épaisseur de l'ossicule pour atteindre la plaque ventrale qui se trouve au

même niveau que la plaque madréporique, se recourbe en devenant horizontal.

Dès lors, il poursuit sa marche dans l'espace creux existant entre la rainure ventrale de l'ossicule discoïde et les plaques ventrales, jusqu'à l'extrémité du bras, et

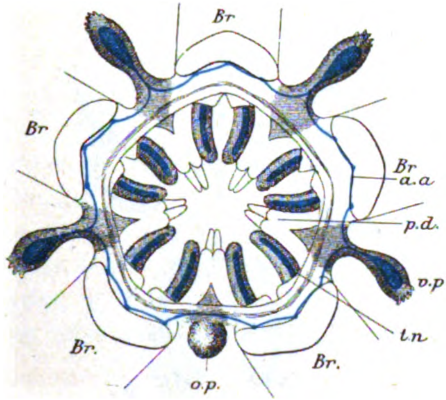


Fig. 133.
Anneau aquifère vu du côté dorsal.

a.a., anneau aquifère. — *v.p.*, vésicule de Poli. — *tn*, tentacules. — *p.d.*, papilles dentaires. — *o.p.*, glande pyriforme. — *br.*, bras.

donne à l'intérieur de chaque ossicule discoïde deux rameaux qui se rendent aux tentacules brachiaux (fig. 134). La même chose se répète sur les autres bras.

Telle est la distribution bien connue de tous les vaisseaux aquifères dont l'ensemble constitue l'*appareil ambulacraire*.

Cet appareil comprend quatre parties :

1° L'anneau et ses branches directes ;

2° Les vaisseaux secondaires de ces branches ;

3° Leur distribution dans les tentacules ;

4° Les tentacules eux-mêmes.

L'anneau, est au-dessous de l'ossicale discoïde et au-dessus du tube digestif ; il donne quinze branches directes : cinq aux bras et dix aux tentacules.

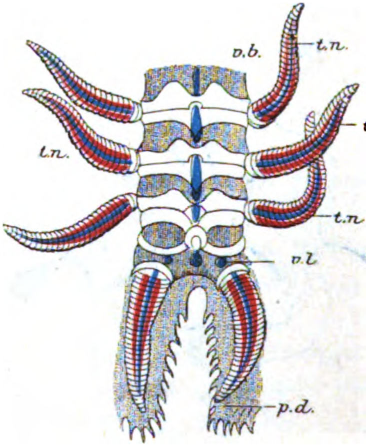


Fig. 134.
Bras du côté ventral après injection.
v.l., vaisseaux latéraux. — *t.n.*, tentacules. — *p.d.*, ossicule discoïde.

Les branches remontent verticalement dans les ailes de l'ossicule discoïde, en donnant chacune deux ramifications : les deux supérieurs vont aux tentacules buccaux inférieurs et les deux inférieurs aux tentacules buccaux supérieurs. Les tentacules buccaux sont les seuls qui soient desservis directement par l'anneau aquifère ; les branches latérales se terminent aux tentacules supérieurs, et leur tronc ne s'avance pas plus loin.

Les vaisseaux qui se rendent aux tentacules se ter-

minent en cul-de-sac à leur extrémité, et ne présentent à léur base aucun renflement.

Nous avons décrit la marche de la branche médiane, qui pourra être appelée *brachiale* ou *radiaire.*

En détruisant la substance calcaire par l'acide azotique employé dans la proportion de 5 p. 100, on peut séparer très bien le vaisseau brachial et le soumettre à l'examen. Sa forme n'est pas régulière, au contraire elle présente dans tout son parcours des rétrécissements réguliers, correspondant exactement aux ossicules discoïdes, en face du point où il donne naissance aux ramifications destinées aux tentacules.

Il est rare de trouver des Ophiures ayant les bras complets ; dans ce dernier cas, l'extrémité ne présente pas des tentacules, le vaisseau se termine comme dans les tentacules en cul-de-sac.

Histologie. — Si l'on isole un vaisseau brachial (l'anneau aquifère et ses branches ayant partout la même structure) d'un animal vivant et, si l'on soumet cette partie à l'examen, on la voit couverte d'un tissu diaphane rempli de petites granulations. Cette partie, au premier abord, paraît appartenir au tissu conjonctif extérieur, et être due aux brides qui sont restées attachées au vaisseau, quand on cherche à l'arracher. Mais un examen attentif montre que le vaisseau est pourvu d'une enveloppe propre due au tissu diaphane.

Si on traite les vaisseaux par l'acide azotique, on distingue bien la structure de fibres.

A un très faible grossissement, on reconnait les détails de la structure (fig. 135). La paroi présente deux couches,

une extérieure et une intérieure, à la limite de laquelle existe un revêtement de cils vibratiles.

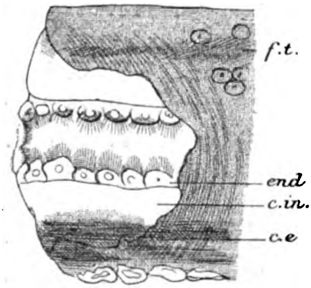


Fig. 135.
Vaisseau brachial aquifère.
c.in., couche interne. — *c.e.*, couche externe. — *end.*, endothélium. — *f.t.*, granulations.

La paroi extérieure est formée exclusivement de fibres longitudinales de tissu conjonctif rempli de granulations, qui se colorent facilement avec le picro-carminate.

La couche intérieure est un endothélium, un véritable tissu hyalin, réfractant la lumière, sans éléments distincts.

Outre les fibres longitudinales, dans le vaisseau existent des fibres transversales qui embrassent l'anneau. Leur insertion se fait sur les limites des parois externe et interne où commence le tissu hyalin intérieur.

Chez les animaux conservés dans l'alcool comme dans d'autres liquides, on aperçoit toujours les parois des vaisseaux pleines de granules jaunâtres réfringents. Cela est dû au liquide périviscéral qui, en se coagulant, prend cette apparence et se dépose sur les vaisseaux.

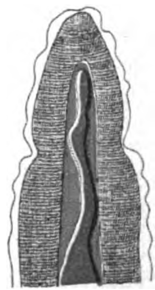


Fig. 136.
Tentacule coupé.

Dans une coupe longitudinale comme dans une coupe transversale, portant sur un tentacule, on distingue les couches décrites dans le vaisseau, sauf la couche extérieure qui y est tégumentaire, surajoutée, remplissant certainement un rôle pro-

tecteur. Cette couche chez notre Ophiure est couverte de petites aspérités ressemblant à autant de verrues disposées de différentes manières (fig. 136).

Système vasculaire ou sous-ambulacraire. — Le système aquifère, que nous avons vu communiquer par la plaque madréporique avec l'extérieur, est accompagné dans toutes ses parties par un ensemble de cavités, qui peuvent se diviser :

1° En un canal annulaire ou anneau labial situé au-dessous de l'anneau aquifère ;

2° Du canal annulaire partent d'un côté cinq canaux radiaux sous-ambulacraires, recouvrant les canaux ambulacraires de chaque bras et placé entre ceux-ci et la paroi du corps ;

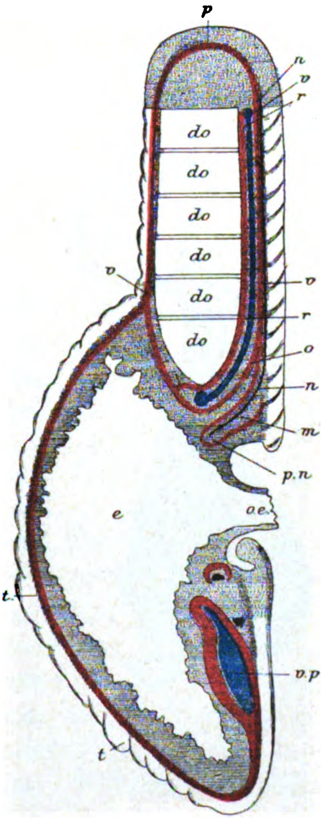


Fig. 137.
Coupe schématique passant par l'intervalle de deux bras et au milieu d'un bras. Le système aquifère est représenté en bleu, les cavités en rouge.

t., téguments. — *v.p.*, vésicule de Poli. — *e*, estomac. — *o.e*, œsophage. — *v.a.*, vaisseau aquifère. — *n*, système nerveux. — *p.n*, espace périnerveux. — *s.t.*, espace péristomacal. — *r*, espace radial. — *d*, espace dorsal. — *v*, espace ventral. — *p*, espace périphérique. — *o*, point où s'établit la communication entre les espaces périnerveux et brachial. — *o.d.*, ossicules discoïdes. — *m.*, muscle.

3° Ce canal communique d'autre part, sur l'un des intervalles des bras, avec une vaste cavité divisée par des membranes ou cavités secondaires. C'est l'*organe sacciforme* qui contient dans son intérieur le canal aquifère et l'appareil *plastidogène.*

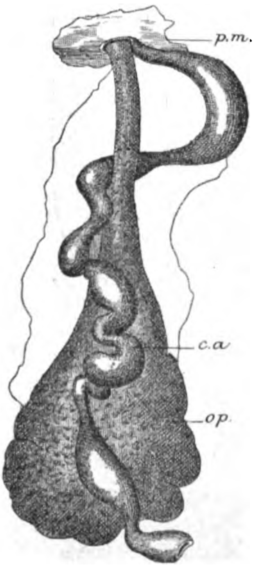


Fig. 138.
Canal aquifère.

p.m., plaque madréporique. — *c.a*, canal aquifère. — *op*, glande pyriforme.

Cet ensemble de cavités n'est pourtant qu'une dépendance de la cavité générale avec laquelle il communique largement. Aussi on conçoit que le liquide de la cavité générale est en connexion indirecte d'une part avec les parois du tube digestif, d'autre part, dans les cavités sous-ambulacraires, avec le liquide ambulacraire qui est chargé du rôle respiratoire.

Le liquide de la cavité générale du corps peut donc se charger à la fois de l'oxygène et des matières assimilables fournies par l'intestin.

Appareil plastidogène. — *Préparation.* — Cet organe est situé à côté du véritable canal aquifère, qui par son extrémité supérieure fait le tour du conduit glandulaire. La partie supérieure est entièrement libre. Ainsi, il faut mettre de côté l'hypothèse qui consiste à considérer cet organe comme le centre de la circulation.

A l'état frais, soumis à l'examen microscopique, il se présente comme un amas cellulaire enveloppé d'une mince enveloppe de tissu conjonctif. L'examen intérieur est un lacis conjonctif très compliqué, limitant de nombreux aréoles.

Physiologie. — Les dernières recherches tendent à démontrer que les tractus sont couverts de cellules qui, arrivées à maturité, se détachent et s'échappent dans la cavité générale. Là, ils deviennent amœboïdes et forment les corpuscules du liquide de la cavité générale ou *cœlomique*.

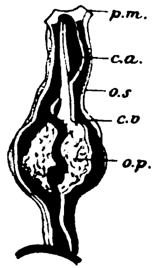


Fig. 139.
Glande piriforme et canal aquifère.

p.m., plaque madréporique. — *c.a.*, canal aquifère. — *o.p.*, glande piriforme. — *o.s.*, paroi. — *c.v.*, cavité vasculaire.

Respiration. — M. Ludwig[1] a démontré que les fentes brachiales, au lieu de conduire directement à l'intérieur, se prolongent intérieurement en une espèce d'invagination, constituant ainsi des organes en forme de sac entièrement clos. Sur leurs parois sont attachés les organes génitaux. Ces organes sont appelés par lui *bourses* (fig. 1, *s.r.*).

Quand on observe du côté dorsal une Ophiure vivante, on voit le corps de l'animal se gonfler et s'affaisser alternativement ; on distingue que le gonflement commence par la périphérie du disque qui entraîne le soulèvement du centre.

[1] Ludwig (H.). *Neue Beiträge zur Anatomie des Ophiuren* (Zeit. f. wiss. Zool. Band XXXIV, p. 333).

La marche du premier phénomène est extrêmement lente; l'affaissement au contraire, est subit. Si on ajoute dans l'eau des particules colorées, ou simplement, de la fine sciure de bois, et si, en même temps, on renverse sur le dos un animal, après lui avoir coupé les bras pour l'empêcher de reprendre sa position naturelle, on reconnaît la présence d'un double courant autour des fentes génitales; on constate également que l'eau entre du côté de la fente qui avoisine le bras et sort du côté opposé.

Ces mouvements alternatifs servent à la respiration. On le prouve en déchirant tous les sacs à la fois, le mouvement cesse aussitôt et l'animal ne survit que peu de temps à l'opération.

Histologie. — La structure de ces organes est de plus simple :

Elle consiste en une couche interne ciliée et extérieurement en tissu conjonctif.

Ces appareils possèdent des cils, qui aident à l'entrée de l'eau du côté de la fente, adossée au bras.

Note. — *Les recherches de ces derniers temps ont démontré que ce ne sont pas seulement les bourses, qui représentent l'organe unique de la respiration, mais que l'oxygène pénètre à l'intérieur du corps par le canal aquifère. Ce dernier communiquant avec l'extérieur pourrait être comparé à une trachée imparfaite d'Arthropode.*

Description du système nerveux. — **Préparation anatomique**. — Le système nerveux central se distingue

nettement des parois du corps. Il se compose d'un cercle péri-oral placé à l'intérieur de l'anneau labial et formé par une bandelette plate verticale.

Cet anneau donne naissance à cinq nerfs radiaires, qui

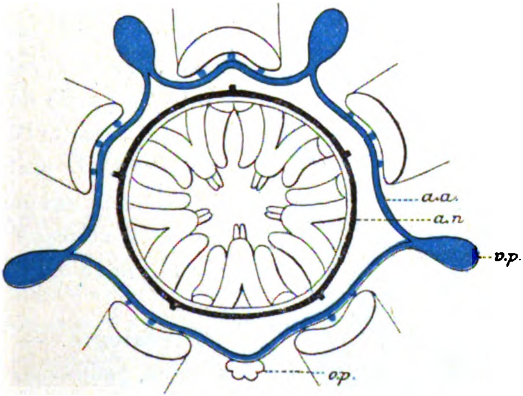


Fig. 140.
Anneau nerveux (la partie nerveuse est en noir).
a.n., anneau nerveux. — *a.a.*, anneau aquifère. — *o.p.*, glande piriforme.

sont logés dans la cavité sous-ambulacraire et envoient à chaque tube ambulacraire un rameau nerveux (fig. 140).

Préparation. — Quand on enlève la partie dorsale de l'Ophiure et le tube digestif tout entier, on tombe sur le plancher buccal. Là, on s'aperçoit que les pièces fourchues forment un cercle complet situé un peu au-dessus des ossicules discoïdes, qui aboutissent sur la périphérie de ce cercle.

Une membrane de tissu conjonctif fortement colorée tapisse ce cercle ; si on enlève cette membrane, on recon-

naît qu'elle est double, et c'est entre les deux parties, dans l'angle de l'espace appelé ***anneau labial***, qu'on voit la ***bandelette nerveuse***, entourant entièrement le cercle, et prenant chez l'Ophiothrix une forme décagonale.

Cet anneau est situé un peu plus à l'intérieur que l'anneau aquifère ; l'un est situé, en effet, sur l'ossicule discoïde, l'autre est accolé contre la partie de sa surface qui regarde l'entrée de la bouche. De toute façon, les rameaux qui partent de ces deux anneaux passent par le même orifice.

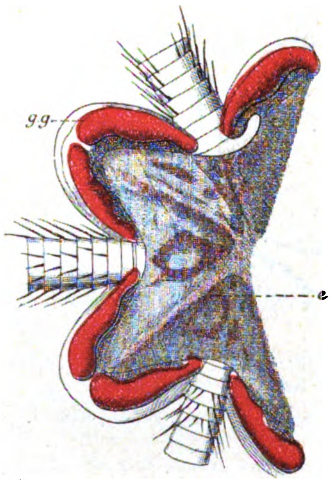


Fig. 141.
Vue du côté dorsal.
g.g., glandes génitales. — *e.*, estomac.

Histologie. — D'après Kœhler, professeur à l'Université de Lyon, l'anneau aussi bien que les nerfs radiaires sont constitués par des fibrilles en connexion, sur la face interne, avec une couche très nette de cellules nerveuses.

Description des organes génitaux. — La séparation des sexes chez les Ophiures est la règle générale, un seul ensemble d'hermaphrodisme existe chez l'Amphiura squamata (Lyman) (*espèce vivipare*).

La coloration des organes peut toujours servir comme caractère distinctif des sexes.

La coloration des glandes des mâles est généralement

blanche, ou à peine rose; celle des femelles rouge intense ou orangée.

Préparation anatomique. — Pour se faire une idée juste de la position et des rapports des glandes, le meilleur moyen est de disséquer l'animal dans sa position naturelle, c'est-à-dire la bouche en bas.



Fig. 142.
Glande génitale isolée.

Il faut, avec beaucoup de précautions, enlever les téguments dorsaux et le tube digestif.

L'ensemble apparaît alors comme composé de dix groupes glandulaires entièrement indépendants, situés juste au-dessus de chaque fente brachiale. Chaque groupe se compose d'une seule glande chez l'espèce que nous étudions, située au-dessus de la fente. Les glandes font saillie dans les intervalles des bras, ce qui donne l'apparence pentagonale au disque de ces animaux.

La forme de chaque glande en particulier rappelle une corne de bélier (fig. 142).

Histologie. — La structure intime des glandes est des plus simples. A première vue, on croirait que les produits génitaux naissent librement à l'intérieur.

Chaque glandule est composée de quatre ou cinq cellules mères, qui à leur tour, contiennent chacune quatre ou cinq œufs. Le tout est enveloppé par cette variété de tissu conjonctif propre aux Echinodermes; on y distingue les granulations caractéristiques.

Si l'on étudie une glande mâle, on voit qu'elle est composée d'une couche extérieure de tissu conjonctif, et d'une

couche intérieure ciliée. Cette couche intérieure donne naissance aux spermatozoïdes.

FÉCONDATION. — La fécondation est extérieure, l'évacuation des produits se fait par déhiscence directement à l'extérieur, par les fentes génitales. Les spermatozoïdes rencontrent les œufs, il y a pénétration et la fécondation s'effectue.

DÉVELOPPEMENT. OBSERVATIONS PERSONNELLES. — Les œufs pondus à l'état mûr sont bien séparés les uns des autres. L'élément mâle ressemble à un liquide lacté qui se montre au microscope plein de spermatozoïdes.

La ponte a lieu à intervalles successifs, les produits s'évacuent en plusieurs fois ; jamais pourtant le contenu des ovaires ne se vide tout entier.

Les œufs dans l'ovaire, avant la ponte, présentent une grande vésicule germinative, renfermant une tache germinative qui occupe une place excentrique. Autour d'elle se trouve une couche de substance vitelline plus transparente que le reste de vitellus. La tache germinative repose au milieu de cette masse, réfractant fortement la lumière et contenant un ou deux vacuoles.

Après la ponte, l'œuf présente une enveloppe extérieure transparente ; l'intérieur est rempli d'une substance vitelline granuleuse, d'une couleur brunâtre.

L'Ophiothrix fragilis récemment pêchée et mise dans l'aquarium, après deux ou trois heures commence à pondre, surtout aux époques correspondant avec les grandes marées.

Les œufs pondus, enlevés immédiatement avec une pi-

pette sont mis dans un grand bocal plein d'eau fraîche. Dans un autre bocal on met les mâles, desquels on voit s'échapper le liquide séminal. En un instant l'eau prend une coloration lactée opaque.

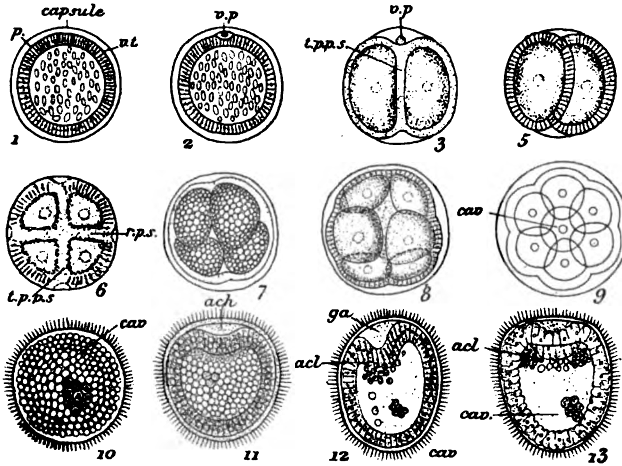


Fig. 143.
Les premiers stades du développement.

p, protoplasma. — *r.t*, sphère vitelline. — *v.p*, globule polaire. — *t.p.p.s*, 1er plan de segmentation. — *ach*, formation de la gastrula. — *car*, cavité de segmentation.

Une seule goutte de ce liquide suffit pour féconder les œufs mûrs.

Voici comment on doit opérer pour assurer la fécondation dans de bonnes conditions.

Les œufs qui ont séjourné dans le liquide séminal se présentent quelques instants après entourés d'innombrables spermatozoïdes, qui déterminent par le mouvement ciliaire de leur queue une espèce de rotation.

Les premiers stades qui suivent la fécondation sont

réguliers. Une partie du protoplasme de l'œuf vient se condenser au centre de la sphère vitelline : et ainsi se forme une partie plus dense, qui bientôt se partage en deux. L'enveloppe extérieure ne se distingue bien qu'aux endroits qui séparent les deux masses.

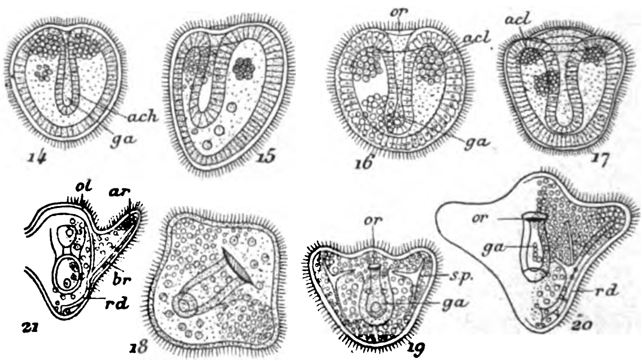


Fig. 144.
Formation de la larve à partir du stade gastrula.

ach. archenboren. — *ga*, intestin primitif. — *or*, bouche primitive. — *rd*, rayon calcaire.

Ensuite, il y a division en quatre et ainsi de suite, jusqu'à la formation de la blastosphère, alors les cellules de la division ont pris place à la périphérie, laissant au milieu un espace creux ; ils ont acquis des cils vibratiles, et l'œuf est transformé en un corps indépendant et libre.

Après ce stade, d'après les observations récentes de M. J. Walter Fewkes[1], on observe l'*invagination* et la formation de la *gastrula*, qui par des métamorphoses suc-

[1] *Preliminary observations on the development of ophiopholis and Echinarachning*. Cambridge, 1886.

cessives devient la larve si connue des Echinides et des Ophiurides, appelée *Pluteus* (fig. 15).

Le développement définitif de l'Ophiure s'effectue régulièrement, et, sauf les bras de la larve, tout le reste passe directement, comme chez les Echinides, dans l'animal adulte, en se transformant un peu.

Il est à noter ici que chez la larve *Pluteus*, le tube digestif se montre possédant une sortie ou un anus, qui

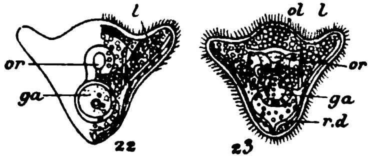


Fig. 145.
Pluteus d'Ophiure.

c, bras. — *or*, bouche. — *ga*, cavité gastrale. — *rd*, bâtonnets calcaires.

manque, comme nous le savons, chez l'adulte des Ophiures. J'en avais fourni la preuve en 1880 et ce fait important a été confirmé depuis lors par M. Metschnikoff[1] et M. W. Fewkes[2].

Cette forme de Pluteus montre avec la plus grande évidence la proche parenté des *Ophiures*, avec les Echinides parmi les Echinodermes. On a l'habitude de ranger les Ophiures parmi les *Astéries* en les considérant comme *Astéries* transformés. On cite même des types, qui forment le passage entre les deux ordres. Il semble, cependant, que d'après les formes embryonnaires, c'est plutôt à côté des Echinides qu'il faut les ranger, et qu'on doit chercher

[1] *Zeit. f. wiss. Zool.*, XXXVII, p. 307.

[2] *Loc. cit.*

à déterminer à quel moment de la vie embryonnaire commence à s'accuser la forme qui est destinée à produire le jeune animal, si semblable au commencement à la larve d'un Echinus, et pourtant si différent à l'état adulte.

Différentes méthodes recommandées pour l'étude de l'Ophiure. — Pour les préparations anatomiques, les animaux doivent être tués dans l'eau de mer, autrement leur tissu se ratatine et on ne peut rien voir.

On peut dire d'une manière générale que l'étude sur le vivant est plus nécessaire encore pour ces animaux que pour tout autre.

VERMIDIENS

Le groupe, récemment établi sous ce nom par M. Y. Delage[1], *comprend, outre les Brachiopodes et les Bryozoaires (anciens Molluscoïdes, puis Vermoïdes), les Rotifères, les Géphyriens, plus quelques groupes secondaires (Gastrotriches, Echinodères, Chœtognathes).*

Les Géphyriens, dit M. Delage, dans l'ouvrage cité plus haut, constituent, à notre avis, le lien commun de toutes ces formes : non seulement par les Echiurides (Géphyriens armés) et le Sternaspis, ils forment le trait d'union avec les Vers proprement dits, en particulier avec les Annélides grâce à leur lobe céphalique et à leurs soies; mais par les Siponculides (Géphyriens inermes), ils peuvent même être considérés comme le point de départ de la série entière des Vers aberrants. Les Siponculides, de leur côté, font le passage à d'autres groupes plus lointains. En effet, avec leur couronne de tentacules, ils conduisent par l'intermédiaire de Phoronis, d'une part aux Brachiopodes qui ressemblent si fort aux Ptylactolémides à un certain état de leur développement, de l'autre aux Rotifères qui nous conduisent par les Gastrotriches et les Echinodères aux Chœtognathes

[1] Voir le *Traité de Zoologie concrète*, t. V, par Y. Delage et E. Hérouard. Librairie Reinwald. Paris, 1897.

et aux Nématodes, de l'autre enfin par Rhabdopleura et Céphalodiscus, au Balanoglossus et aux Chordata. Ces affinités diverses sont admises par la plupart des naturalistes et ont été en partie consacrées dans certaines classifications : Lang joint les Brachiopodes et les Rotifères aux Bryozoaires et aux Siponculides sous le nom de Prosopygiens, Prosopygia ; Ray Lankester groupe sous le nom de Podaxonia les Siponculides, les Brachiopodes et les Bryozoaires ; E. Perrier réunit les Rotifères, les Bryozoaires et les Brachiopodes sous la dénomination de Néphridiés Lophostomés. »

On trouvera plus loin la monographie du Géphyrien, et du Rotifère, malheureusement nous n'avons pu trouver de spécialistes pour l'étude du Bryozoaire et du Brachiopode.

CHAPITRE XIII

ROTATEURS

Par E.-F. WEBER
Assistant au Musée d'Histoire naturelle de Genève.

I. — LA MÉLICERTE LABIÉE

Melicerta ringens SCHRANK.

Place de la Mélicerte dans la systématique. SYNONYMIE. — La Mélicerte représente le type des Rotateurs fixés et donne son nom à la famille des *Melicertadæ*, cette dernière formant avec les *Flosculariadæ* l'ordre des *Rhizota* établi par Hudson[1].

Cet ordre comprend les Rotateurs fixés à l'état adulte et habitant un tube gélatineux souvent composé de boulettes, munis d'un pied annelé transversalement, terminé par un disque adhésif non rétractile à l'intérieur du corps.

Les *Melicertadæ* sont caractérisées par une couronne circulaire réniforme, bilobée ou quadrilobée, un orifice buccal ventral et des mâchoires malléo-ramées, tandis que les *Flosculariadæ* ont la couronne divisée en lobes, l'orifice buccal central et des mâchoires oncinées.

Les Rotateurs ont été considérés au début comme des

[1] Hudson (C.-T.). *An attempt to re-classify the Rotifers*. Quart. Journ. miscrosc. Sc., vol. XXIV, July 1884, p. 335-356.

Infusoires par Ehrenberg[1], placés ensuite parmi les Arthropodes, par Leydig[2] et Burmeister[3], rattachés aux Bryozaires par Barrois[4], et aux Vers, comme groupe à part, par la plupart des zoologistes actuels. Perrier[5], dans son *Traité de zoologie*, les place dans les Néphridiés trochozoaires, embranchement des Lophostomés et Delage[6] dans les Vermidiens trochelminthes.

SYNONYMIE. — *Melicerta ringens* a été mentionnée pour la première fois par Leeuwenhoek en 1704, puis par Linné en 1758, qui lui donna le nom de *Serpula ringens ;* par Schrank, en 1803, qui lui donna son nom de *Melicerta ringens* et dans la suite par un grand nombre de savants qui lui donnèrent différents noms. Ehrenberg, dans sa monographie parue en 1838, en donne une bonne figure pour l'époque sous le nom de *Melicerta ringens*. Depuis lors, plusieurs zoologistes étudièrent Mélicerte et gardèrent la dénomination d'Ehrenberg. Parmi les plus importants travaux nous devons citer :

DUJARDIN. — *Infusoires*, suites à Buffon, 1841.
LEYDIG (F.). — *Loc. cit.*

[1] Ehrenberg (C.-G.). *Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen*. Leipzig, 1838.

[2] Leydig (F. v.). *Uber den Bau u. system. Stellung der Räderthiere*. Zeitsch. f. wissens. Zoologie. Bd. VI, 1854.

[3] Burmeister (H.). *Noch einige Worte über die systematische Stellung der Räderthiere*. Zeitsch. f. wissens. Zoologie. Bd. VIII. Hft. I, 1856.

[4] Barrois (J.). *Sur l'anatomie et le développement du Pedalion mira*. Assoc. franç. p. l'avancement Sc. C. R. de la 6e sess., 1878.

[5] Perrier. *Traité de zoologie*. Paris, en publ.

[6] Delage Yves et Hérouard Ed. *Traité de Zoologie concrète. Vermidiens*, t. V, Paris, 1897.

GOSSE (P.-H.). — *On the architectural Instincts of Melicerta ringens.* Trans. Micr. Soc., vol. III, 1852.

GOSSE (P.-H.). — *On the Structure, Functions, Habits and Development of Melicerta ringens.* Quart. Micr. Journ., t. I, 1853.

WILLIAMSON. — *On the Anatomy of Melicerta ringens.* Quart. Micr. Journ., t. I, 1853.

BEDWELL. — *On the building Apparatus of Melicerta ringens.* Monthl. Micr. Journ., t. XVIII, 1877.

JOLIET (L.). — *Monographie des Mélicertes.* Arch. Zool. exp., 2e série, t. I, Paris, 1883.

HUDSON et GOSSE. — *The Rotifera or Wheel-Animalcules.* London, 1886.

ZELINKA (C.). — *Stüdien über Räderthiere. Zur Entwicklungsgeschichte der Räderthiere.* Zeitsch. f. wiss. Zoologie. Bd. 53, 1891.

Melicerta est la traduction latine de Μελικέρτης, fils de Junon et du roi thébain Athanas.

Habitat. Mœurs. — *Melicerta ringens* est répandue uniformément dans toute l'Europe ; on l'a trouvée en abondance en Angleterre et en Amérique. Elle habite principalement les mares, les étangs et bassins d'eau douce, riches en plantes aquatiques ; elle se fixe volontiers à la face inférieure des feuilles de Nymphea, d'Elodea, de Renoncules d'eau et souvent même sur les feuilles en décomposition, les débris de bois mort et y construit son tube.

Elle se nourrit, comme tous les autres Rotateurs des particules végétales en suspension dans l'eau, de petits Infusoires qu'elle attire vers la bouche en produisant un courant à l'aide de sa couronne ciliaire.

Vu sa dimension, 1 millimètre à 1 millimètre et demi, la récolte en est grandement facilitée. Il suffit de prendre, par exemple, une feuille de Nymphea et de la regarder de

profil, on aperçoit à l'œil nu comme de fines pointes d'épingles ; ce sont les tubes de Mélicertes.

On les détache à l'aide du scalpel et on peut ainsi les transporter dans un verre de montre ou sur un porte-objet et les étudier à loisir.

On trouve les Mélicertes en abondance, de juillet en octobre.

Technique. Différentes méthodes recommandées pour l'étude de la Mélicerte. — La meilleure méthode pour l'observation de la Mélicerte et des Rotateurs en général, est l'étude sur le vivant.

Comme la Mélicerte, même en état d'expansion, ne dépasse guère son tube, la première chose à faire est de sortir l'animal de sa demeure. Pour cette opération, on se sert d'aiguilles à dilacérer et on brise l'extrémité du tube aussi près que possible de son point d'attache sur le support. On arrive ainsi à détacher l'extrémité du pied, la Mélicerte sort de son tube et nage librement dans la goutte d'eau sur le porte-objet.

Au moindre mouvement, à la moindre secousse, la Mélicerte se contracte ; tous les organes sont ramassés. L'étude en serait alors très compliquée et il faudrait attendre la bonne volonté de l'animal de s'étendre pour en déchiffrer son anatomie, aussi a-t-on recours à la narcotisation pour faciliter cette étude.

On ajoute à l'eau contenant la Mélicerte quelques gouttes d'une solution de cocaïne au 1 p. 100. Au bout de quelques instants la Mélicerte s'étend petit à petit et reste ainsi dans cette position suffisamment immobile pour que l'on puisse l'examiner au microscope, à différents grossissements.

Après la narcotisation, on peut fixer l'animal avec l'acide osmique au 1 p. 1000, et en faire des préparations durables.

Les méthodes de compression ne sont pas à recommander, car on déforme de cette façon les organes. Pour l'étude du mastax on emploie une solution de potasse caustique très diluée.

Description extérieure de la femelle. Principaux orifices. Orientation. — De grandes différences morphologiques existant entre la femelle et le mâle de Mélicerte, différences qui, du reste, se montrent dans toute la série des Rotateurs, nous décrirons séparément les deux sexes. Nous commencerons par la femelle.

Si nous examinons sous un faible grossissement une femelle adulte, extraite de son tube, mais encore contractée, nous voyons qu'elle a la forme d'une grosse virgule, dont le long pied cylindrique se continue directement sans transition brusque avec le corps proprement dit.

Le sommet ou bord supérieur à peu près droit, vu de profil, est terminé d'un côté par un bourrelet, de l'autre par deux petites dents en forme de crochets, au-devant desquels on aperçoit un petit bouton sétigère et en son milieu deux tentacules qui font saillie (fig. 147).

Le bord ventral est convexe ; du côté dorsal, l'espace compris entre les deux petites dents et l'ouverture cloacale, est convexe également ; mais à partir de ce point jusqu'à la réunion au pied le corps est concave.

L'animal épanoui et vu dorsalement a l'apparence d'un cône renversé très allongé dont la base est occupée par l'organe rotatoire, ayant la forme d'une fleur de pensée,

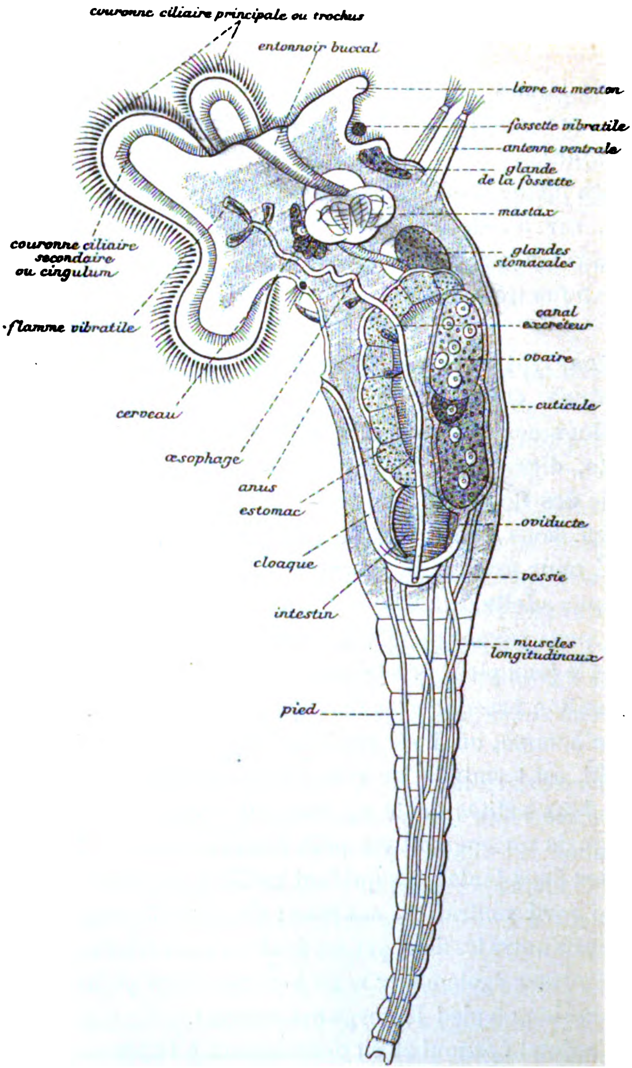


Fig. 146.

Vue d'ensemble de l'organisation de la Mélicerte un peu schématisée. L'animal est dessiné de profil.

et dont le sommet est formé par l'extrémité du pied.

Dans cette position, le pied a la forme d'un long étui ou cylindre, plissé transversalement et terminé en cul-de-sac ; à l'extrémité inférieure, on distingue une sorte d'épaississement, sur lequel s'insèrent les muscles longitudinaux rétracteurs qui vont, d'autre part, se terminer au niveau des viscères sur les parois du corps.

L'extrémité du pied forme une sorte de ventouse (fig. 146), avec laquelle la Mélicerte se fixe (à l'état jeune) au corps étranger, sur lequel elle compte construire son tube et au-dessus de laquelle se trouve la glande pédieuse.

Le pied de notre Mélicerte, lors de la contraction des muscles longitudinaux, ne rentre pas dans le tronc de l'animal comme chez d'autres Rotateurs, mais s'invagine en lui-même et provoque ainsi le retrait du corps tout entier dans le tube.

L'ouverture cloacale est dorsale et se trouve presque au niveau du mastax ; la bouche est ventrale et est comprise entre les deux guirlandes ciliaires de l'organe rotatoire ; au-dessous de cette dernière, vue de profil, on aperçoit la lèvre ciliée et la fossette ciliée où se confectionnent les boulettes qui, nous le verrons plus tard, servent à construire la demeure de *Melicerta ringens*.

Chez notre rotateur, la division en tête, tronc et pied, est peu marquée et ces différentes parties de l'animal se confondent insensiblement.

Orientation. — Pour orienter Mélicerte, il faut placer l'animal de profil ; le côté où se trouvent l'ouverture cloacale, les deux petites dents en crochets et le bouton sétigère est le côté dorsal ; le côté ventral est facile à recon-

naître par la présence des deux grandes antennes, de la lèvre, de la fossette ciliée et de l'ovaire (fig. 146).

Tube, sa construction. — Le *tube* de Mélicerte apparaît à l'œil nu comme une petite pointe d'aiguille fixée contre un support, de couleur brunâtre et d'environ 1 millimètre de long. Si nous l'examinons à un faible grossissement, on est de suite surpris par son aspect en pavé.

Sa forme générale est un cylindre arrondi, légèrement courbé, plus étroit à la base qu'au sommet et ressemble à un épi de maïs (fig. 147). Sa couleur est généralement brun jaune, mais varie suivant la mare où l'animal a été récolté et suivant la nature des débris végétaux ayant servi à la confection des boulettes. Sur un même tube, du reste, on peut voir des bandes plus ou moins colorées.

Ce tube est résistant et est fixé au support par une portion membraneuse, élastique, qui lui permet de se pencher plus ou moins sur le support et ballotte au gré des courants d'eau.

Lorsque la jeune Mélicerte se fixe sur un support végétal quelconque, et cela au moyen de sa ventouse et du produit de sécrétion de la glande pédieuse, elle commence de suite à s'entourer d'une masse gélatineuse, mais consistante, qui forme le point de départ du tube, et c'est sur cette masse qu'elle va construire son tube définitif.

Le tube est formé d'un tube intérieur transparent, et d'une agglomération de nombreuses boulettes rangées en séries régulières et agglutinées les unes aux autres par le produit de sécrétion d'une glande particulière que nous décrirons plus loin en même temps que l'appareil destiné à confectionner les boulettes (fig. 146).



Fig. 147.
Tube de la Mélicerte; l'animal vu de profil est rétracté.

Les *boulettes* ont, vues de face, une forme de disques ou hexagones obtus marqués au centre d'une tache claire ; si l'on détache avec soin une de ces boulettes et qu'on l'examine avec un plus fort grossissement, on s'aperçoit bientôt qu'elle a une forme allongée comme un obus, pointue du côté extérieur et légèrement évidée à l'intérieur (fig. 148) ; c'est pourquoi, vue de face, elle paraît avoir une tache claire[1]. Ces boulettes sont formées de particules en suspension dans l'eau et amenées par le courant de l'organe rotatoire dans une fossette spéciale où elles sont confectionnées et agglutinées avec l'aide du produit de sécrétion de la glande et ensuite habilement placées en séries régulières par la Mélicerte qui, pour cela, se recourbe sur elle-même et dépose la boulette sur le bord du tube, l'agrandissant ainsi petit à petit. Les premières

[1] Cubitt. Ch. *Linear projection*, etc. Month. micr. Journ., vol. V, 1871.

boulettes formées par la jeune Mélicerte sont toujours beaucoup plus petites que celles faites dans la suite et formant la partie supérieure du tube.

Description des téguments. — Les téguments de Mélicerte sont d'une extrême transparence et permettent ainsi facilement l'étude de l'organisation interne.

Ils se composent d'une membrane fine, chitineuse, souple ou cuticule, qui recouvre tout le corps également, éminemment flexible (fig. 146). Elle paraît être un peu plus épaisse à la limite du tronc et de la tête et forme quelques replis insignifiants.



Fig. 148.
Coupes optiques d'une boulette (d'après CUBITT).

La couche hypodermique est très difficile à constater, même avec de forts grossissements, elle est généralement anhiste et ne présente que quelques épaississements à noyaux.

GLANDE PÉDIEUSE. — La glande pédieuse est formée de deux lobes mamelonnés, transparents, volumineux, mais qui s'atrophient lorsque la jeune Mélicerte s'est fixée. A l'état adulte, il est très difficile de la distinguer.

Cette glande sécrète le mucus qui servira à fixer la jeune au support et à former la première ébauche du tube, en formant un commencement de manchon visqueux, mais résistant, sur lequel la Mélicerte fixera les boulettes qui formeront le tube.

MUSCLES. — L'appareil musculaire se compose : 1° de muscles longitudinaux rétracteurs ; 2° de muscles transversaux.

On compte, d'après Joliet[1], huit cordons musculaires longitudinaux, insérés, d'une part, à l'extrémité inférieure du pied et fixés, d'autre part, sur les côtés du corps, à la face ventrale et à la face dorsale, à différents niveaux (fig. 146).

Ils servent à faire rentrer l'animal dans son tube; quand l'animal est étendu et qu'ils se contractent isolément, ils font prendre à la Mélicerte des positions variées. Ils sont composés d'une seule fibre musculaire finement striée.

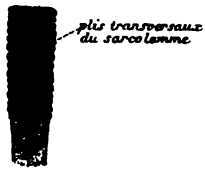


Fig. 149.
Muscle du pied (d'après WILLIAMSON).

A part ces muscles, on trouve des fibres isolées servant à déplacer tel ou tel organe; ainsi, l'organe rotatoire est retiré par deux muscles longitudinaux insérés d'un côté sur la paroi dorsale supérieure du corps et de l'autre à l'organe rotatoire; d'autres vont de la paroi du corps à l'intestin et au cloaque.

Les fibres transversales sont plus difficiles à observer et forment des brides arquées aux environs du cloaque spécialement.

Williamson[2] indique des bandes musculaires dans l'intégument entourant concentriquement tout l'organisme. Ce dernier auteur dit que les faisceaux musculaires longitudinaux du pied sont entourés d'un délicat sarcolemme, et qu'il ne faut pas confondre les plis du sarcolemme avec des stries transversales (fig. 149).

On trouve aussi des muscles feutrés et réunis en masse

[1] Joliet. *Loc. cit.*

[2] Williamson. *Loc. cit.*

dans le mastax qui servent à écarter et à rapprocher les différentes pièces de l'organe masticateur.

D'après Joliet[1], la fibre dans la très jeune larve n'est qu'une grande cellule fusiforme avec un noyau volumi-

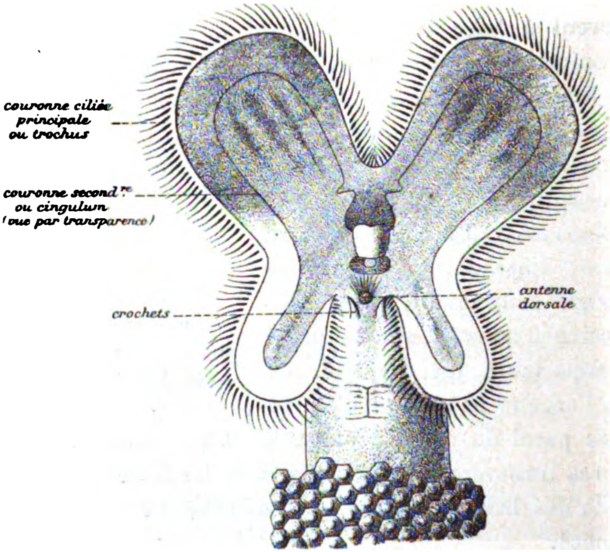


Fig. 150.
Organe rotatoire, face dorsale.

neux qui plus tard disparaît; la cellule alors s'allonge en cordon et la striation se manifeste.

ORGANE ROTATOIRE ET ANNEXES. — La tête de Mélicerte, lorsqu'elle est en complet état d'expansion, est formée par l'organe rotatoire et ses annexes, l'entonnoir buccal et le

[1] Joliet. *Loc. cit.*

mastax, la grande lèvre et la fossette vibratiles, les organes des sens.

L'organe rotatoire en forme de fleur de pensée est une expansion horizontale de la région céphalique (fig. 146).

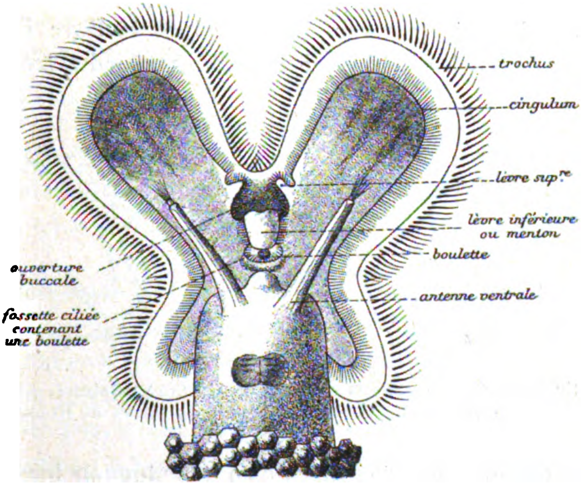


Fig. 151.
Organe rotatoire, face ventrale.

Il est formé de quatre lobes arrondis, dont deux plus grands, antérieurs, deux postérieurs plus petits ; ces lobes sont soutenus par de fortes nervures répondant à des bandes musculaires (fig. 150 et 151).

Les bords de ces lobes sont garnis d'une rangée de larges cils vibratiles formant la *couronne principale ou trochus* qui battent régulièrement et déterminent un courant dans l'eau ambiante. Ce courant attire les particules vers une *deuxième couronne*, *couronne secondaire ou*

cingulum, concentrique à la première sur une partie de son étendue, qui forme un bourrelet également muni de cils vibratiles, mais plus fins et serrés que ceux de la première couronne.

Elle conduit les particules attirées par la première couronne extérieure vers la bouche et la lèvre inférieure (fig. 151). Il existe ainsi un sillon profond entre les deux

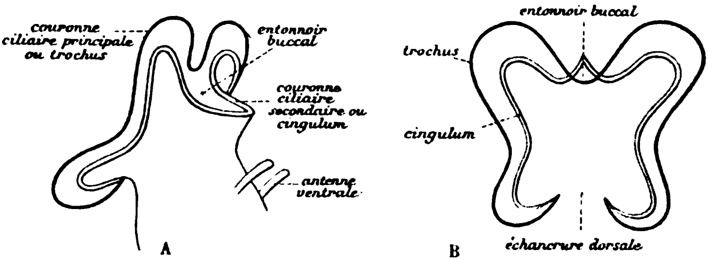


Fig. 152.
Schémas des couronnes ciliaires de l'organe rotatoire. — A. Vue de profil. — B. Vue de face (d'après Gosse et Hudson).

couronnes, lequel s'enfonce en un entonnoir buccal sur la surface ventrale. Ce sillon intercoronaire est interrompu sur le côté dorsal (fig. 150).

Ces couronnes forment deux bandes ciliées écartées l'une de l'autre à la face ventrale et soudées l'une à l'autre à la face dorsale (fig. 152, *a* et *b*).

La deuxième couronne se fusionne donc avec la première du côté dorsal, tandis qu'en avant du côté ventral elle s'en écarte passablement, laissant un vide entre elles qui est l'entonnoir buccal et se prolonge ventralement sur les bords de la lèvre inférieure.

Chez notre Mélicerte nous avons la couronne ciliaire rhizotique.

On remarque de chaque côté de la rainure formée par les couronnes ciliaires à sa jonction avec l'entonnoir buccal une protubérance ciliée ou *lèvre supérieure* constamment en mouvement, réglant le courant (fig. 151).

Les bords ciliaires de la rainure conduisent une partie des particules dans l'entonnoir buccal et une autre portion est poussée sur la *lèvre inférieure* (fig. 151).

Cette lèvre inférieure a la forme d'une pièce triangulaire et avance sur le côté ventral juste au-dessous de la bouche. Elle est également ciliée. Sa surface supérieure excavée limite la cavité buccale ; elle est en somme la continuation du bourrelet de la deuxième couronne (fig. 146 et 151).

Au-dessous de cette lèvre ou menton on voit une *fossette* en forme de coquille de noix toute tapissée de cils vibratiles fins et courts. Ces cils se continuent avec ceux de la lèvre inférieure. Elle est limitée sur les côtés par deux petits bourrelets, en haut pàr la lèvre, en bas par une languette qui sert de truelle pour la construction du tube (fig. 146 et 151).

Les particules en suspension dans l'eau, et qui ne sont pas utilisées pour la nourriture, sont acheminées dans la fossette ciliée par un courant déterminé par les cils de la lèvre et là, par un mouvement incessant des cils de la fossette, sont agglutinées et mêlées au mucus sécrété par une glande spéciale située sous la fossette (fig. 146). C'est dans cette fossette que sont formées les boulettes qui servent à la construction du tube.

Lorsque la boulette a atteint la dimension voulue et qu'elle a été convenablement tournée en forme d'obus à l'aide de la languette inférieure et solidifiée par le mucus,

l'animal la porte sur sa languette et la place sur le bord du tube. Cette remarquable construction a été bien observée par Gosse[1], Bedwell[2] et Joliet[3].

La *glande de la fossette* est triangulaire, transparente et présente dans sa masse une quantité de petits points brillants (fig. 146). Elle se trouve juste au-dessous de la fossette ; elle est probablement munie d'un court canal excréteur, mais ce dernier est très difficile à distinguer ; il viendrait aboutir au fond de la fossette ciliée.

Au-dessous de la languette, la peau de la tête forme un léger renflement indiquant une légère différence de cuticulisation et séparant la tête du tronc.

Au-dessous de la fossette, sur les côtés de la Mélicerte, se trouvent les deux *antennes* ou tentacules sensitifs dont nous reparlerons en décrivant les organes sensitifs, de même que la petite cupule ciliée ou organe tactile impair qui se trouve sur la ligne médiane dorsale au-dessous des lobes postérieurs de l'organe rotatoire (fig. 146, 147 et 151).

On voit également à la base des deux lobes deux crochets ou dents en forme de corbin, chitineux et servant probablement à la confection du tube et aussi comme arme défensive quand l'animal est retiré dans son tube, le corps contracté. Ces deux dents se montrent telles que nous les avons figurées dans les figures 146, 147 et 150.

Appareil digestif, glandes annexes. — L'appareil digestif comprend : la bouche, l'entonnoir buccal, le pha-

[1] Gosse (Ph.-H.). *Loc. cit.*
[2] Bedwell. *Loc. cit.*
[3] Joliet. *Loc. cit.*

rynx, le mastax, l'œsophage, l'estomac, l'intestin et le cloaque.

La *bouche ou ouverture buccale* est ventrale et comprise entre les deux couronnes ciliaires, entre la lèvre et la face inférieure des lobes rotatoires antérieurs (fig. 146 et 151).

Elle est ovalaire et limitée à la partie supérieure par les deux proéminences ciliées dont nous avons parlé plus haut.

Elle se continue en un *entonnoir buccal,* large, incliné en bas, un peu dorsalement vers le mastax. Il conduit la nourriture vers le mastax. Il est tapissé d'un épithélium à cils longs et toujours en mouvement (fig. 146).

En arrière, il se dilate légèrement en une poche qui se termine par un groupe de deux petites membranes ou lèvres, c'est la partie appelée *pharynx* par Joliet[1]. Ces *lèvres* s'ouvrent et se ferment à volonté pour laisser passer ou retenir la nourriture accumulée par le courant ciliaire dans l'entonnoir buccal (fig. 154).

Faisant suite à ce pharynx, ainsi appelé par Joliet, nous trouvons le *mastax*. C'est un sac trilobé, large, disposé transversalement, transparent, fortement musculeux et contenant les appareils masticateurs ou *trophi* (fig. 146, 153 et 154). Ses parois sont particulièrement épaisses, musculeuses, de consistance chitineuse ; aux parois sont attachés des muscles qui contiennent les différentes parties des trophi ou mâchoires.

Les *mâchoires* de Mélicerte sont du type malléo-ramé (fig. 153). Les trophi se composent de deux marteaux ou *mallei* et d'une pièce en forme d'enclume ou *incus*.

[1] Joliet. *Loc. cit.*

Chaque marteau ou *malleus* se compose à son tour d'une tête ou *uncus*, sorte de peigne à dents chitineuses dont trois sont plus fortes que les autres, et d'un manche ou *manubrium*, en forme de barres aplaties.

L'incus est formé d'un *fulcrum* ou tige support, supportant deux cornes ou *rami*, pièces triangulaires séparées l'une de l'autre dans la partie médiane, au sommet et réunies à la partie large vers le fulcrum.

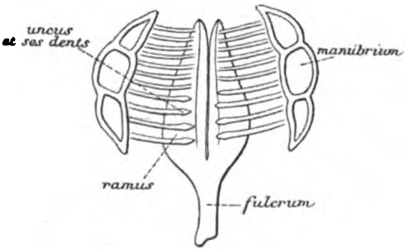


Fig. 153.
Mastax (d'après Gosse et Hudson).

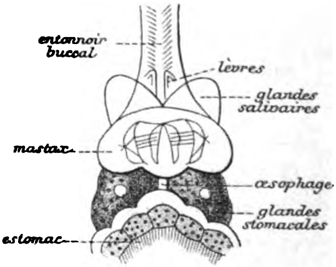


Fig. 154.
Portion antérieure et moyenne du tube digestif; glandes annexes.

Les mallei sont attachés par les unci aux rami ; les manubria formés de trois lobes étant soudés aux unci. Les unci ont trois dents ; les rami sont grands avec des stries parallèles aux dents, le fulcrum est mince.

La nourriture qui a dépassé les lèvres est déchirée par les dents des mallei, puis écrasée par les surfaces internes des rami et de là passe par un orifice étroit dans l'œsophage (fig. 146 et 154).

Sur le lobe médian du mastax, du côté ventral, se trouve une poche à parois résistantes, minces, contenant ordinairement un liquide rosé. Joliet ne sait quelle fonction

lui attribuer. Hudson[1] décrit à la même place deux organes clairs, sphéroïdes pris par certains auteurs pour des *glandes salivaires*. Je regrette de n'avoir pu les découvrir. C'est un point qui reste à éclaircir dans l'anatomie de Mélicerte (fig. 154).

L'*œsophage* est un court canal cilié, sinueux, à parois épaisses, se rendant obliquement d'avant en arrière vers l'entrée de l'estomac et est en général masqué par les deux *glandes stomacales* qui occupent les deux angles latéraux supérieurs de l'estomac ; ces glandes sont ovales et sans conduit sécréteur apparent.

Elles contiennent une matière granuleuse dans laquelle on distingue de petits noyaux arrondis et réfringents (fig. 146 et 154).

L'*estomac* est un long sac cylindrique s'étendant dorsalement jusqu'à l'extrémité inférieure de l'ovaire. Ses parois sont épaisses et formées extérieurement d'une mince membrane pellucide, sans structure particulière et intérieurement de grandes cellules glandulaires, ciliées, qui sont remplies de granules et de gouttes de graisse réfringentes, d'une couleur brunâtre (fig. 146).

Chez les jeunes et les adultes privées de nourriture les parois de l'estomac sont transparentes. Ces cellules ne sont ciliées que d'un côté ; les cils sont longs. Elles sont peu adhérentes, une petite pression suffit pour les détacher les unes des autres ; leurs cils sont constamment en mouvement.

L'*intestin* qui fait suite à l'estomac en est séparé par un

[1] Hudson et Gosse. *Loc. cit.*

rétrécissement et ils ne communiquent entre eux que par un orifice étroit.

L'intestin a une forme plus arrondie, ses parois sont plus minces que celles de l'estomac ; les cellules qui composent les parois sont plus petites, se distinguent difficilement et leurs cils beaucoup plus longs et fins. Ces cellules ne sont pas glandulaires (fig. 146).

La masse de nourriture est mise constamment en mouvement par l'action des cils.

A l'angle inférieur et dorsal de l'intestin se trouve une branche courte ou *rectum* qui débouche dans le cloaque.

Le *cloaque* est un tube à parois minces et transparentes qui s'infléchit et remonte le long de la paroi dorsale du corps et s'ouvre sur la ligne médiane dorsale presque au niveau des glandes stomacales (fig. 146).

Il sert, en même temps qu'à l'expulsion des matières féfécales, à l'évacuation des œufs et des produits d'excrétion.

Les parois sont très contractiles et également revêtues de longs cils. Quand l'expulsion doit se produire, la partie supérieure du cloaque se dévagine et ainsi l'orifice de l'intestin dans le cloaque est amené près de l'orifice extérieur et le contenu de l'intestin est déversé au dehors.

Système excréteur. — Il se compose de *deux canaux latéraux*, placés latéralement, de chaque côté, sur les organes digestifs ; ils commencent à la base de l'organe rotatoire et se terminent dans une expansion du cloaque à la base de l'oviducte. Chaque canal est muni de six *flammes vibratiles* (fig. 146).

La *vessie contractile* que l'on trouve ordinairement

chez les Rotateurs est remplacée chez Mélicerte par une boursouflure du cloaque, transparente, de forme allongée, non ciliée, à parois sans structure définie. Cette boursouflure est située transversalement le long du cloaque.

Les deux canaux latéraux y débouchent séparément par un petit orifice circulaire. Chaque canal est un tube uni, présentant des épaississements à partir du niveau de l'estomac et formant un peu plus haut une pelote entortillée. A ce point, on voit trois flammes implantées directement sur le tube. Le canal se termine dans la partie supérieure céphalique par trois branches portant chacune à son extrémité une flamme vibratile. Ces trois flammes se trouvent juste au-dessous des lobes de l'organe rotatoire.

Ces ramifications du canal latéral sont entourées de masses glandulaires décrites par Joliet[1], mais dont on ne peut déterminer ni la fonction, ni la nature.

Les flammes vibratiles ne sont que des expansions en forme de cornet évasé des canaux excréteurs. Elles possèdent à leur extrémité libre une petite ouverture communiquant avec la cavité viscérale. Ces flammes sont munies à l'intérieur de deux ou trois longs cils battant régulièrement et indiquant un mouvement ondulatoire continu.

Système nerveux. Organes des sens.— Le système nerveux de Mélicerte est très difficile à découvrir et jusqu'à présent il a été impossible de trouver un ganglion comme

[1] Joliet. *Loc. cit.*

on le rencontre chez les autres Rotateurs. Joliet[1] indique comme *système nerveux central* un groupe de quatre cellules, situées sur la face dorsale du mastax. Elles sont transparentes, pourvues d'un noyau volumineux et deux d'entre elles envoient un filet nerveux à l'organe tactile impair (fig. 146).

Les organes des sens se composent : 1° de deux antennes ventrales ; 2° d'un bouton sétigère dorsal ou antenne impaire ; 3° de deux yeux rouges bien visibles chez les jeunes, mais disparaissant peu à peu après la fixation de la Mélicerte.



Fig. 155. Antenne ventrale.

Les deux *antennes tactiles ventrales* sont implantées de chaque côté de la fossette ciliée (fig. 146, 147, 151 et 155). Ce sont deux baguettes tubulaires, cylindriques, transparentes, terminées par un bouquet de soies tactiles fines et rigides, formant un faisceau divergent lors de leur complète expansion, mais pouvant se retirer complètement dans leur fourreau.

L'antenne est parcourue intérieurement par une petite bande musculaire qui aboutit au bouton supportant les soies et en permet le retrait volontaire. Je n'ai pu découvrir le filet nerveux allant aux antennes ventrales tel qu'on le trouve chez d'autres Rotateurs (fig. 155).

L'*antenne tactile impaire* est un bouton sétigère placé au-dessous des lobes postérieurs, dorsalement, en avant des deux dents en crochets.

[1] Joliet. *Loc. cit.*

C'est un petit bouton court, placé au fond d'une cupule, muni de soies rigides plus courtes que celles des organes tactiles ventraux. Joliet a vu un filet nerveux reliant cet organe tactile aux cellules nerveuses centrales (fig. 146, 147 et 150).

L'*œil* est bien visible chez la jeune Mélicerte, c'est une forte tache pigmentaire rouge accompagnée d'un petit corps réfringent ou cristallin. Les deux yeux se trouvent à la base des deux lobes rotateurs postérieurs sur la ligne médiane dorsale et écartés l'un de l'autre. Chez l'adulte, il est presque impossible de les retrouver.

Organes génitaux : ovaire, oviducte, œufs. — Les organes génitaux de la femelle se composent d'un ovaire et d'un oviducte.

L'*ovaire* qui comprend une masse protoplasmique granuleuse est enveloppé d'un sac membraneux, mince, à demi transparent, très extensible, de forme allongée (fig. 146). Il s'étend le long de la paroi ventrale du corps, parallèlement à l'estomac et à l'intestin. Sa partie supérieure est fermée, arrondie et sa partie inférieure se continue par un *oviducte* qui débouche dans le cloaque au même niveau que l'intestin.

L'ovaire présente vers son tiers supérieur, du côté droit, une échancrure par laquelle sortent toujours les œufs arrivés à maturité et prêts à être pondus. Ces derniers sont de plus grande taille et sont formés d'une masse protoplasmique ovalaire contenant des granules foncés et présentant une tache circulaire plus claire, le noyau.

L'ovaire renferme, en outre, des œufs en voie de for-

mation dont l'ensemble constitue une sorte de syncytium ou stroma de coloration grisâtre et finement granuleux. Les ovules sont reconnaissables à leur noyau volumineux ou vésicule germinative.

En général, l'ovaire examiné sans l'aide de réactifs apparaît uniformément granuleux, à l'exception de l'œuf en voie de maturation qui occupe l'échancrure ovarienne mentionnée plus haut.

L'*oviducte* est un tube très extensible, transparent, qu'on ne voit bien que lors de la ponte de l'œuf. Il contourne l'intestin inférieur et vient déboucher dans le cloaque vers le rectum (fig. 146).

On constate, d'après Joliet[1], dans l'acte de la ponte trois périodes : la période de descente de l'œuf, la période de mise en place et la période d'expulsion.

La première période comprend la descente de l'œuf dans l'oviducte. La deuxième répond à la pénétration de l'œuf dans la courbe de l'oviducte, pénétration qui s'accompagne du refoulement de la partie inférieure de l'intestin ; la troisième est marquée par l'expulsion définitive de l'œuf, après de violentes contractions de l'animal et la dévagination du cloaque.

La Mélicerte pond deux sortes d'*œufs :* 1° des œufs de plus petite taille transparents, aux dépens desquels se constituent les mâles ; 2° des œufs de plus grande taille aux dépens desquels évoluent les femelles.

Les œufs producteurs de femelles se subdivisent à leur tour en œufs d'été qui subissent leur évolution pendant la belle saison alors que les conditions normales d'existence

[1] Joliet. *Loc. cit.*

de l'espèce sont réalisées, et en œufs d'hiver ou œufs durables. Ces derniers résistent à la dessiccation, au froid et n'achèvent leur développement que lorsque les conditions climatériques sont de nouveau favorables à la vie de l'espèce (fig. 156). Les œufs d'été sont ovalaires, transparents et entourés d'une mince membrane vitelline (fig. 158), tandis que les œufs durables plus opaques sont protégés par une enveloppe chitineuse résistante, jaune-brun, marqués de côtes concentriques plus ou moins accusées (fig. 156).

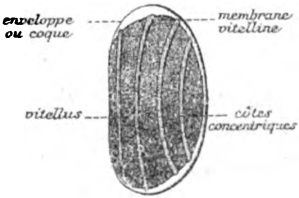


Fig. 156.
Œuf d'hiver femelle (d'après JOLIET).

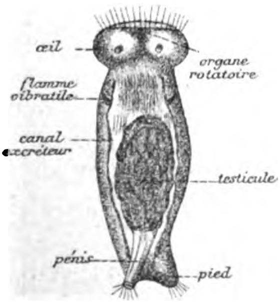


Fig. 157.
Mâle de Mélicerte (d'après JOLIET).

MALE. — Le mâle de Mélicerte a été très peu étudié et son anatomie est mal connue, cela provient de son extrême rareté, de sa petitesse et de la difficulté de le capturer.

Il est beaucoup plus petit que la femelle, atteignant à peine les deux tiers de cette dernière en longueur. Par ses caractères morphologiques il ressemble à une jeune larve de femelle ; son corps est presque cylindrique (fig. 157).

En avant, il est terminé par une *couronne ciliaire* bilobée mais mal définie, ce qui donne à la tête une forme

arrondie. La tête est légèrement séparée du tronc par un petit étranglement.

Le mâle se termine postérieurement par un *pied* court, conique, tronqué, portant à son extrémité une couronne de cils vibratiles courts.

Sur le côté dorsal et au-dessous des lobes, on remarque un *ganglion* bilobé et au-dessus deux *yeux* rouges avec cristallin. Le tentacule impair paraît manquer.

Le *système excréteur* est difficile à observer, on voit seulement deux flammes vibratiles sur chaque canal latéral. Ces flammes sont placées en avant de chaque côté du ganglion. Les deux canaux latéraux débouchent de chaque côté du pénis de sorte que la vessie contractile fait défaut.

Le *système musculaire* est très réduit. C'est à peine si l'on peut apercevoir de fins muscles rétracteurs de l'organe rotatoire, du pied et quelques fines brides musculaires soutenant le testicule et le pénis.

Chez le mâle de Mélicerte comme chez beaucoup d'autres mâles de Rotateurs, on ne voit ni organes masticateurs, ni organes digestifs. Quelques traînées granuleuses sont seules encore visibles. Par contre, les organes génitaux sont très développés.

Le *pénis* forme une forte proéminence dorsale, près du pied, dans la région postérieure du corps. C'est un tube cylindrique, musculeux, terminé par une couronne de cils raides et courts.

Le *testicule* est énorme et occupe presque toute la cavité du corps. Il est oblong, piriforme, de couleur foncée et se termine en pointe vers le pénis. Il est rempli d'une masse brillante, filamenteuse; ce sont les zoospermes.

Ces derniers ont une tête allongée suivie d'une longue queue rubanée. Il ne m'a pas été possible de retrouver des glandes prostates, ni des restes de jaune d'œuf comme chez d'autres mâles.

Ainsi qu'on le voit par cette brève description la réduction des organes chez le mâle est très accentuée, seuls les organes locomoteurs et reproducteurs sont bien développés. La vie du mâle est de courte durée, car elle n'a d'autre raison d'être que pour les fonctions reproductrices.

Développement. — Le développement de cette espèce a été principalement étudié par Joliet [1] et par Zélinka [2]. Chez la Mélicerte, l'évolution larvaire se fait soit après fécondation, soit par parthénogenèse. Les œufs producteurs de femelles et les œufs producteurs de mâles passen par des phases embryonnaires identiques. Le processus de segmentation est le même ainsi que le mode de formation des feuillets blastodermiques.

D'une manière générale, l'œuf de la Mélicerte a une forme ovoïde ; il est entouré d'une membrane vitelline. Il est plus renflé à une de ses extrémités qu'à l'autre. L'extrémité plus renflée répond à la région céphalique ou antérieure du futur embryon ; l'extrémité plus étroite, à sa région pédieuse (fig. 158 *a*).

La segmentation de l'œuf est totale et inégale. Elle est précédée par l'expulsion d'un seul globule polaire, à ce qu'affirme Zélinka. Le premier plan de segmentation est perpendiculaire au grand axe de l'œuf et partage ce dernier en deux blastomères inégaux dont le plus volumineux

[1] Joliet. *Loc. cit.*
[2] Zelinska. *Loc. cit.*

occupe le pôle antérieur, le plus petit le pôle postérieur de l'œuf (fig. 158 *b*). Les deux blastomères initiaux ne tardent pas à se segmenter. C'est le blastomère le plus volumineux qui se divise le premier.

Les cellules qui en dérivent sont d'une taille plus petite que celle du blastomère producteur et se rapprochent ainsi des cellules issues du petit blastomère initial postérieur (fig. 158 *c*). A un certain stade de l'évolution larvaire toutes ces cellules se groupent en rangées longitudinales, lesquelles sont accolées les unes aux autres et s'étendent du gros blastomère antérieur au pôle postérieur de l'œuf (fig 158 *d*).

La larve de Mélicerte ne passe pas par une phase Blastula proprement dite. Elle est constituée par une masse cellulaire pleine et représente une sterroblastule (fig. 158 *d*).

Le gros blastomère antérieur se déplace peu à peu et finit par gagner le centre de la sterroblastule où il se multiplie et fournit de grosses cellules répondant à l'entoderme de la larve (fig. 158 *e*).

Aux dépens de cet entoderme se constitueront l'intestin moyen de l'adulte et probablement aussi les organes reproducteurs.

Les nombreuses cellules plus petites qui entourent l'entoderme sont disposées en une seule couche périphérique répondant à l'ectoderme (fig. 158 *f*).

D'après les observations de Joliet, il existerait chez la Mélicerte un mésoderme nettement caractérisé. Zélinka ne partage pas la manière de voir de Joliet ; il a montré que la larve de Mélicerte ne possède de mésoderme à aucun stade de son développement.

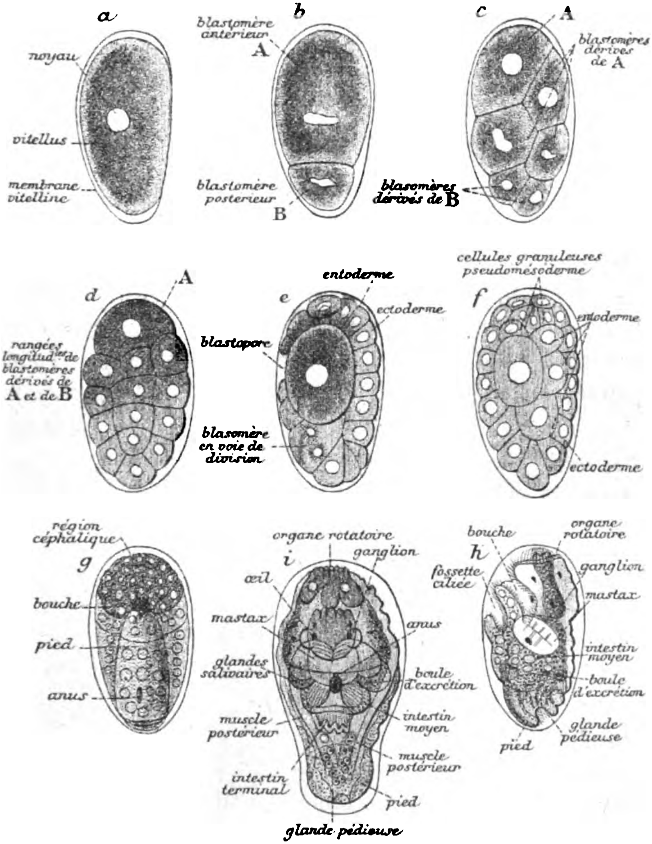


Fig. 158.

Développement de l'œuf femelle (d'après Zélinka).

a, œuf femelle de Melicerta ringens. Gross. 100. — *b*, premier plan de segmentation partageant l'œuf en deux blastomères inégaux. Gross. 100. — *c*, segmentation plus avancée de l'œuf. Gross. 100. — *d*, stade plus avancé du développement (sterroblastule) vu par la face dorsale. Gross. 100. — *e*, stade gastrula avec la grosse cellule entodermique centrale et le blastopore. Gross. 100. — *f*, phase plus avancée du développement; l'entoderme est représenté par quatre cellules centrales entourées par l'ectoderme. Au pôle antérieur, l'entoderme est séparé de l'ectoderme par les cellules granuleuses qui dérivent de cette dernière couche. Gross. 100. — *g*. vue ventrale d'un embryon dont la région céphalique et la région caudale se dessinent. Gross. 100. — *h*, embryon plus âgé, vu du côté gauche. Gross. 100. — *i*, embryon sur le point d'éclore vu par la face dorsale; les différents organes de l'adulte sont déjà tous ébauchés. Gross. 123.

Les cellules granuleuses que l'on considère comme telles et qui se massent à la région céphalique de la Mélicerte sont d'origine ectodermique, elles s'enfoncent peu à peu sous la couche ectodermique dont elles se sont détachées mais ne constituent pas un mésoderme proprement dit (fig. 158 *e.* et *f*).

L'ectoderme, y compris les cellules granuleuses, fournit non seulement la peau de l'individu adulte, mais encore les bandes musculaires sous-dermiques et probablement aussi les organes excréteurs. Cette absence de mésoderme explique en outre l'apparition assez tardive de la cavité du corps.

La formation de cette cavité paraît due à ce que l'ectoderme s'écarte de l'entoderme sur lequel primitivement il s'appuyait plus ou moins.

Après que les deux feuillets embryonnaires, l'ectoderme et l'entoderme, se sont constitués, se creuse sur la face ventrale de la jeune larve une dépression ectodermique répondant à la bouche (fig. 158 *g*).

La partie profonde ou interne de cette dépression se met en rapport avec un amas des cellules granuleuses dérivées de l'ectoderme, amas qui donne naissance au pharynx dans lequel le mastax ne tarde pas à se dessiner (fig. 158 *h*). L'intestin antérieur est donc chez Mélicerte soit directement soit indirectement, d'origine ectodermique.

Le pied apparaît aussi très tôt dans l'ontogenèse de la Mélicerte. Il se constitue aux dépens d'un sillon en forme d'U qui se creuse dans la région postéro-ventrale de la larve. A ce stade, le pied s'étend d'arrière en avant jusqu'à l'orifice buccal, et d'après les observations de Zélinka, il

contient un axe entodermique qui s'atrophie par la suite (fig. 158, *g*).

A la base du pied et sur la face dorsale de cet organe se montre une invagination ectodermique représentant le futur cloaque avec l'orifice anal. L'embryon s'allongeant, le pied devient postérieur. Il développe sa glande pédieuse qui est d'origine ectodermique et porte à son extrémité une touffe de cils (fig. 158, *h*).

Comme nous l'avons vu, la bouche est ventrale. En avant de cet orifice se différencie la région céphalique sur le pourtour de laquelle se forme une couronne de cils répondant à l'ébauche de l'organe rotatoire (fig. 158 *h*).

En dedans de cette couronne ciliaire l'ectoderme se surélève et s'épaissit pour donner naissance au ganglion cérébroïde qui dans la suite se reporte plus en arrière sur la face dorsale du corps. Ce ganglion est mieux marqué dans la larve de la Mélicerte que dans l'individu adulte (fig. 158, *i*). Il en est de même des taches oculaires qui résultent, elles aussi, d'une différenciation de l'ectoderme de la région céphalique.

La couronne ciliaire répondant à l'organe rotatoire est tout d'abord continue. Elle ne tarde pas à se disloquer en deux demi-couronnes par l'apparition de deux brèches, l'une médio-dorsale, l'autre médio-ventrale. Puis cette couronne s'isole davantage de la région céphalique par le développement d'un sillon circulaire courant au-dessous de la ligne d'insertion des cils. Un second cercle ciliaire sous-jacent au premier se constitue et complète l'organe rotatoire.

En arrière de la bouche, par conséquent sur la face ventrale de la larve, se creuse une fossette ciliée que

Joliet rattachait à l'organe rotatoire, mais qui en est, en réalité, indépendante. Une glande d'origine ectodermique y débouche. C'est dans cette fossette que se forment les boulettes à l'aide desquelles la Mélicerte construira son tube protecteur (fig. 158, *h*).

Lorsque la larve de la Mélicerte a parcouru les différentes phases organogéniques que nous venons brièvement de décrire, elle rompt la membrane vitelline qui l'enserre et éclôt. Cette éclosion s'accompagne d'une augmentation assez notable de volume.

Une fois libre, la larve se met à nager. Puis elle se fixe et acquiert ses caractères morphologiques définitifs.

II. — LE BRACHION URCÉOLAIRE

Brachionus urceolaris Ehr.

Place du Brachion dans la systématique. — Synonymie. — D'après Gosse et Hudson[1] on divise les Rotateurs en quatre ordres : 1° les *Rhizota*, types fixés à l'état adulte dont nous avons décrit un des principaux représentants, la *Melicerta ringens ;* 2° les *Ploïma*, comprenant la majeure partie des Rotateurs. Ils sont essentiellement nageurs, les uns à carapace, les autres à téguments mous ; 3° les *Bdelloida,* Rotateurs rampants et nageurs dont les types principaux sont *Philodina* et *Rotifer* et 4° les *Scirtopoda*, représentés par les genres *Pedalion* et *Hexarthra*. Cet ordre comprend des rotateurs nageurs

[1] Hudson et Gosse. *The Rotifera or Wheel-Animalcules*. London. 1886.

ayant aussi la faculté de marcher et de sauter grâce à des appendices spéciaux.

L'anatomie interne étant à peu de chose près la même chez les *Ploïma*, *Bdelloida* et *Scirtopoda* nous ne décrirons pour ces différents ordres que le type Brachion. — Le Brachion urcéolaire représente donc le type des Rotateurs nageurs.

Le genre *Brachionus* forme avec le genre *Noteus* la famille des *Brachionidæ* que Gosse et Hudson placent dans les *Loricata*, sous-ordre de l'ordre des *Ploïma*.

Cet ordre comprend des Rotateurs qui ne se fixent jamais et nagent à l'aide de leurs couronnes ciliaires. Les *Loricata*, à téguments durcis formant une carapace, ont le pied annelé transversalement, entièrement rétractile et fourchu.

Les *Brachionidæ* sont caractérisés par leur carapace déprimée, entière, convexe du côté dorsal, généralement armée d'épines en avant et en arrière, par leur organe rotatoire transversal muni de proéminences styligères. Les mâchoires sont malléées ; le pied est long, terminé par deux doigts.

Synonymie. — Hill, en 1751, mentionne pour la première fois notre espèce sous le nom de *Brachionus quartus*[1]. Pallas en 1766 l'appelle *Brachionus capsuliflorus*[2]. Müller en 1773 lui donne le nom de *Brachionus urceolaris*[3], nom qui a été adopté par Ehrenberg[4] et qui est entré définiti-

[1] Hill. *History of Animals*, p. 11, 1751.

[2] Pallas. *Elench. Zoophyt*, p. 91, 1766.

[3] Müller. *Verm. flur. hist.*, p. 131, 1773.

[4] Ehrenberg (C.-G.). *Die Infusionsthierchen als. vollk. Organismen*. Leipzig, 1838.

vement dans la classification actuelle. Les principaux auteurs qui se sont occupés de notre Brachion sont :

LEYDIG (FR.). — *Ueber den Bau u. die system. Stellung der Räderthiere.* Zeitsch. f. wiss. Zoologie. Bd. VI, 1854.

COHN (F.). — *Uber die Fortpflanzung der Räderthiere.* Zeitsch. f. wiss. Zoologie. Bd. VII, 1855.

GOSSE (PH. H.). — *On the Structure, Functions and Homologies of the manducatory Organs in the Class Rotifera.* Phil. Trans. London, vol. CXLVI, 1856.

— *On the dioecious Character of the Rotifera*, id., vol. CXLVII, 1857.

SALENSKY (W.). — *Beiträge z. Entwicklungsgeschichte d. Brachionus urceolaris.* Zeitsch. f. wiss. Zoologie. Bd. 22, 1872.

ECKSTEIN (K.). — *Die Rotatorien der Umgegend von Giessen.* Zeitsch. f. wiss. Zoologie. Bd. 39, 1883.

PLATE (L.). — *Beiträge zur Naturgeschichte der Rotatorien.* Iena, Zeitsch. Bd. 19, 1885.

TESSIN (G.). — *Ueber Eibildung und Entwicklung der Rotatorien.* Zeitsch. f. wiss. Zoologie. Bd. 44, 1886.

GOSSE et HUDSON. — *The Rotifera.* London, 1886.

Il tire son nom générique du mot βραχιων, bras et le nom spécifique de *urceolus*, cruche, urne.

Habitat, mœurs, récolte. — Le *Brachionus urceolaris* est une des espèces rotatoriennes des plus communes ; on la rencontre dans presque toutes les mares et étangs, particulièrement dans les eaux troubles, dès les premiers jours de chaleur, en février jusqu'en automne. Elle est parfois si abondante qu'elle forme une couche blanchâtre à la surface de l'eau ; mais, comme pour tous les autres rotateurs nageurs, on est parfois fort surpris de sa disparition complète d'une mare où quelques jours auparavant elle pullulait.

Pour la récolte, on s'arme d'un filet fin de soie à bluter que l'on promène à la surface de l'eau et que l'on retourne avec soin dans un cristallisoire.

Après quelques coups de filet on a une provision suffisante de Brachions pour l'étude.

Cette espèce étant relativement grande, un demi-millimètre environ, il est facile de faire à la loupe un triage du matériel ainsi obtenu et d'en séparer les Brachions.

Technique. Différentes méthodes recommandées pour l'étude du Brachion. — La technique est la même que pour Mélicerte et peut également rendre de bons services pour toute la classe des Rotateurs. Elle consiste à narcotiser les Brachions avec quelques gouttes d'une solution de cocaïne et à les fixer avec de l'acide osmique très faible. La fixation par l'eau bouillante et par le sublimé réussit aussi très bien avec cette espèce. A cause de sa carapace, l'emploi du compresseur rend de grands services pour immobiliser l'animal et étudier, sur le vivant, les mouvements des cils, l'organe rotatoire, l'organe excréteur et le développement. Pour l'étude de la carapace et du mastax l'emploi d'une solution faible de potasse caustique est également à recommander.

Description extérieure de la femelle. Principaux orifices. Orientation. — La femelle du *Brachionus urceolaris* a la forme d'un utricule, forme qui lui est donnée par sa *carapace ou lorica*, sorte de fourreau contenant tous les organes et dans lequel l'organe rotatoire et le pied peuvent être retirés.

La *carapace* est composée de deux plaques soudées

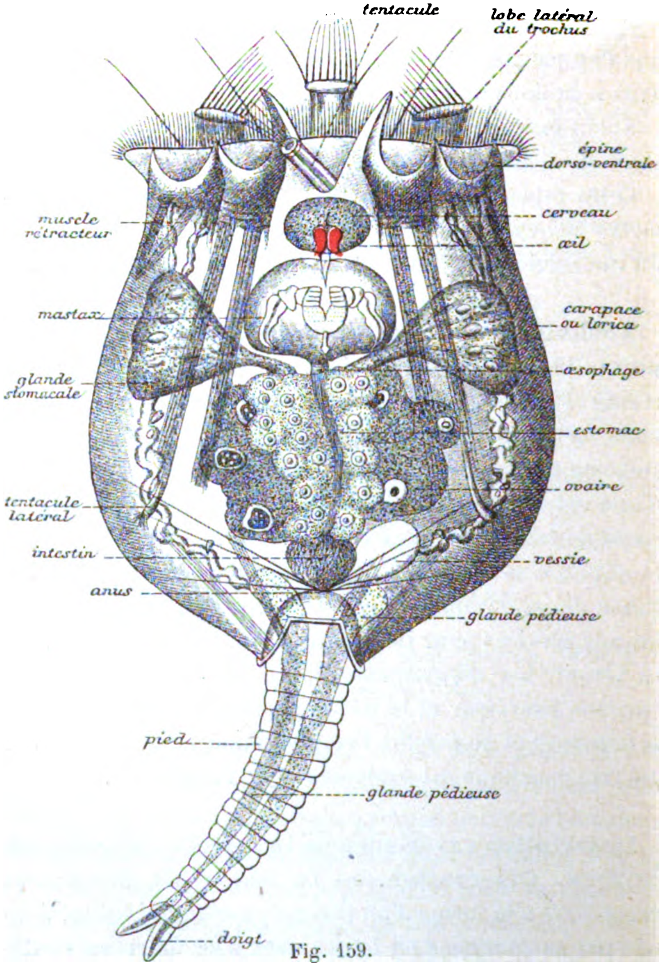


Fig. 159.

Vue dorsale de Brachionus urceolaris, figure légèrement schématisée.

latéralement. La face dorsale de cette carapace plus ou

moins bombée dans sa région médiane, se déprime brusquement en arrière où elle se termine en une arête transversale dessinant avec les bords postéro-latéraux de la dite carapace une pseudo-ouverture carrée (fig. 159 et 160).

La face ventrale presque plane est perforée d'une ouverture ovale par où sort le pied (fig. 161).

A l'avant, la carapace est ouverte et par cette ouverture sort librement l'organe rotatoire. Le bord antérieur dorsal de la lorica est surmonté de six *épines* larges à la base, dont les deux médianes, plus longues que les autres, sont légèrement courbées de côté et laissent entre elles une encoche profonde au travers de laquelle passe le tentacule dorsal. Les deux épines adjacentes sont plus courtes. Ces quatre épines se prolongent postérieurement en quatre légères arêtes (fig. 159).

Les épines extérieures sont latérales et un peu plus longues que les précédentes, placées à l'intersection des plaques dorsales et ventrales. Entre ces épines sont découpées des encoches arrondies.

A la région postérieure de la face dorsale sont marqués trois plis transversaux. Le bord antérieur de la face ventrale de la carapace dessine une ligne sinueuse plus ou moins échancrée vers le milieu. De chaque côté de cette échancrure part une arête descendant jusqu'au niveau du mastax (fig. 161).

Dans la même espèce de Brachion on rencontre du reste une grande variation de forme quant aux épines dorsales et quant à la courbure de la ligne fronto-ventrale de la lorica. Chez les uns, les épines dorsales sont presque toutes de même longueur et chez d'autres, au contraire, la paire médiane est plus accentuée ; il en est

de même pour les sinus compris entre les épines et pour l'échancrure ventrale de la carapace.

Par l'ouverture antérieure sort l'organe rotatoire, le

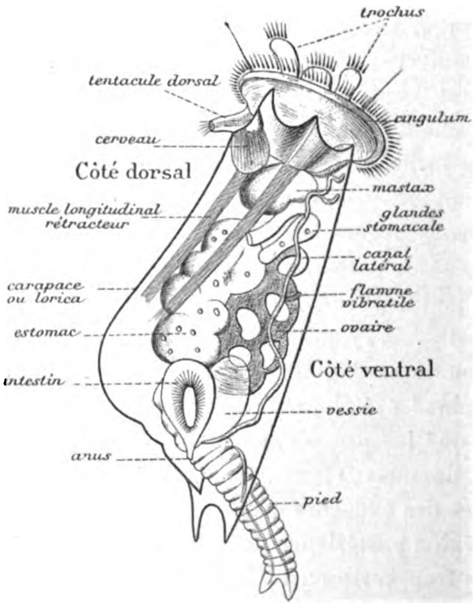


Fig. 160.
Vue latérale de Brachionus urceolaris (d'après Gosse et Hudson).

tentacule dorsal ; par l'échancrure ventrale postérieure sort le *pied*.

Ce dernier est un tube long très rétractile, ridé transversalement à l'état de contraction (fig. 159). Il est terminé par deux *doigts* émoussés, coniques, qui servent à fixer passagèrement l'animal. Ces doigts sont perforés à leur extrémité et par cette petite ouverture le produit des

glandes pédieuses s'écoule et sert à la fixation temporaire.

La carapace du *Brachionus* étant transparente ainsi que la peau du pied, il est assez facile d'étudier par transparence l'anatomie interne de cet animal.

On peut facilement diviser le corps en trois régions : 1° la tête, comprenant l'organe rotatoire, le tentacule dorsal, le cerveau, l'entonnoir buccal ; 2° le tronc, contenant les viscères, les organes excréteurs et les organes reproducteurs ; 3° le pied avec sa forte musculature et ses glandes.

La face dorsale de l'animal est facilement reconnaissable à sa forme bombée, aux épines de la carapace, au tentacule et à l'ouverture cloacale qui se trouve au bas de la dépression de la plaque dorsale, au-dessus de la base du pied.

La face ventrale, par contre, est caractérisée par son bord antérieur sinueux et par l'ouverture ovale d'où sort le pied (fig. 160 et 161).

Description des téguments, carapace. — Les téguments de Brachion sont également d'une extrême transparence malgré leur chitinisation avancée et leur formation en carapace, épaisse et résistante, mais lisse ou très finement granulée, qui recouvre tout le tronc de l'animal.

La *cuticule* chitineuse est très mince et flexible sur la tête et le pied, mais s'épaissit considérablement sur le tronc pour constituer la carapace ou lorica dont nous avons donné la description précédemment et qui forme un étui protecteur dans lequel l'animal peut se retirer complètement.

L'*hypoderme* est représenté sous la carapace par une

couche très mince dans laquelle on ne peut reconnaître de cellules, mais seulement quelques rares noyaux. Dans l'organe rotatoire, l'hypoderme est plus développé et forme de nombreuses digitations arrondies soutenant les lobes de l'organe rotatoire et contenant plusieurs noyaux (fig. 159 et 161).

La cuticule du pied est d'une extrême transparence, très flexible et généralement plissée transversalement d'une manière irrégulière. Elle est un peu plus épaisse dans les doigts qui sont rigides, mais qui peuvent se mouvoir sur leur point d'insertion comme deux pinces.

Glande pédieuse. — La *glande pédieuse ou visqueuse* comprend deux masses en forme de massues situées à la partie antérieure du pied de chaque côté du cloaque. Elles descendent tout le long du pied comme deux boyaux de contour irrégulier, séparés et viennent déboucher à l'extrémité des doigts par un petit orifice rond. Les cellules de ces glandes forment, d'après Plate[1], un syncytium de texture granuleuse et parsemé de noyaux. Ces glandes sécrètent un mucus visqueux qui permet au Brachion de se fixer temporairement aux objets qu'il rencontre (fig. 159).

Musculature. — Le système musculaire comprend deux paires de grands muscles dorsaux et une paire de ventraux, rétracteurs de l'organe rotatoire. Ils sont attachés à la partie postérieure de l'organe rotatoire, de chaque côté du ganglion, se dirigent en arrière obliquement et s'insèrent sur la lorica à la hauteur de l'ovaire.

[1] Plate. *Loc. cit.*

Ces muscles se divisent dans l'organe rotatoire en plusieurs faisceaux disposés en éventail (fig. 159 et 161).

De chaque côté de l'organe rotatoire se trouve à l'angle des plaques dorsales et ventrales de la carapace, une paire de muscles plus étroits et plus courts, servant également à la rétraction de l'organe rotatoire. Ces muscles viennent s'insérer dans les lobes latéraux. Ces quatre paires de muscles servent à retirer brusquement l'organe rotatoire et la tête dans la carapace.

Les trois premières paires ont la forme de rubans plats légèrement striés et montrent une fine granulation au centre.

Hudson et Gosse[1] mentionnent deux paires de fines bandes musculaires divergentes s'étendant de la tête à la lorica où elles se fixent à la base des épines et opposent leur action aux grands muscles rétracteurs.

Deux paires de muscles rétracteurs du pied sont faciles à voir vu la transparence de cet organe. La paire centrale, fixée d'un côté aux doigts du pied, remonte parallèlement et va s'insérer sur la lorica ventralement à la hauteur de l'intestin après s'être divisée en deux bandes. La paire extérieure s'attache à la base de la lorica à droite et à gauche de la paire centrale, mais un peu plus en arrière. Les muscles de cette paire extérieure descendent le long du pied et aboutissent également à la base des doigts. Ce sont également des muscles plats, mais plus étroits que les rétracteurs de l'organe rotatoire.

Une troisième paire n'est visible qu'à la base du pied et les muscles qui la composent sont encore plus diver-

[1] Hudson et Gosse. *Loc. cit.*

gents et plus courts que ceux des deux premières paires (fig. 161).

A part ces grands muscles, on rencontre toute une série de muscles lisses composés d'une seule fibre qui relient les organes entre eux et à la paroi du corps. Mentionnons enfin les muscles serrés et feutrés du mastax.

Hudson et Gosse[1] distinguent aussi de fines fibres transversales enserrant les organes.

Les organes intérieurs tels que la vessie par exemple, ont des parois éminemment contractiles contenant sans doute des fibres musculaires très fines, mais que l'on ne peut distinguer.

Organe rotatoire. — Pour l'étude de cet organe, il faut employer la narcotisation afin de calmer les mouvements incessants des cils et des lobes et de garder l'animal en plein état d'extension. Dans cet état, la tête apparaît au-dessus de la carapace comme un cône tronqué élargi au sommet. Elle est presque uniquement formée par l'organe rotatoire. La surface de ce dernier est recouverte d'une cuticule très fine, continuation directe de la cuticule épaisse du tronc.

La masse formant l'organe rotatoire, masse sur laquelle sont implantés les cils, est épaisse et composée de grosses cellules granulées formant une série de lobes arrondis faisant saillie dans la cavité générale du corps. Cette masse est parcourue par des fibres musculaires provenant de la division des faisceaux des muscles rétracteurs.

L'*organe rotatoire* (fig. 159 et 161) proprement dit se

[1] Hudson et Gosse. *Loc. cit.*

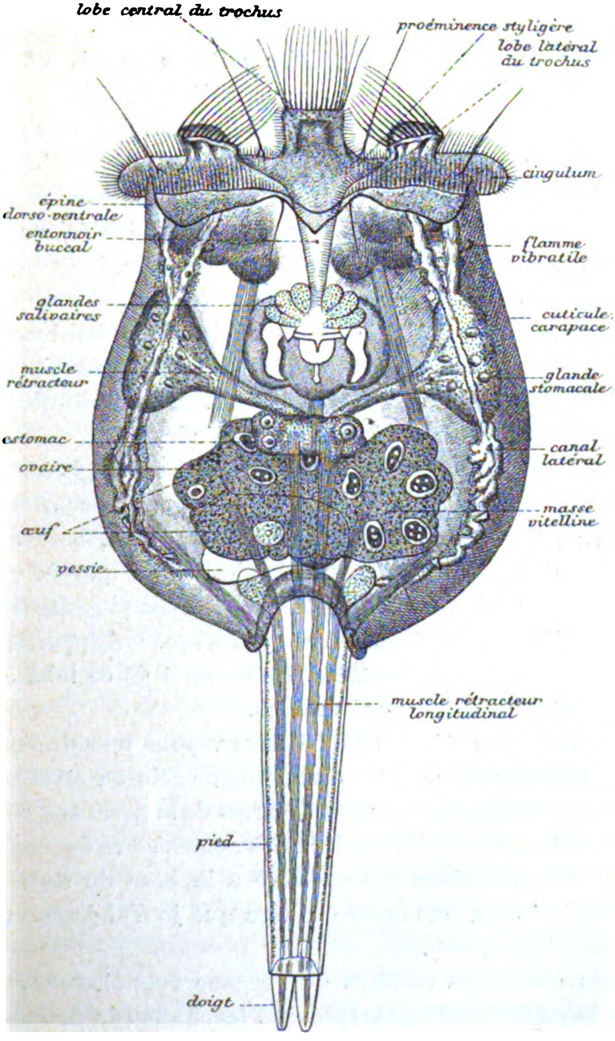


Fig. 161.

Vue ventrale de Brachionus urceolaris, figure légèrement schématisée.

compose d'une *couronne ciliaire externe* ou *cingulum*, continue,à cils fins et serrés, laquelle s'épanouit de chaque côté en un large lobe, débordant la lorica et se recourbant au-dessus d'elle (fig. 161). Cette couronne s'infléchit légèrement au niveau de l'échancrure ventrale de la carapace et en ce point semble dépourvue de cils. A l'intérieur de cette couronne, nous en trouvons une seconde, le *trochus*, composée de deux lobes latéraux élevés, qui dessinent chacun un arc ciliaire à concavité interne. Le bord antérieur de ces lobes présente une légère dépression et s'infléchit abruptement, au niveau de l'échancrure ventrale de la carapace, pour constituer l'entonnoir buccal.

Les lobes trochaux portent de longs cils, élargis à leur base, qui oscillent plus lentement que ceux de la couronne externe. Le bord antérieur des arcs trochaux, bord qui plonge dans l'entonnoir buccal, n'est muni que de cils courts. Entre les deux lobes trochaux, mais plus dorsalement, s'élève un troisième lobe cylindrique qui appartient aussi à la couronne trochale. Le sommet de ce lobe est élargi et porte de longs cils raides.

De chaque côté de ce lobe nous voyons une *proéminence conique* surmontée d'une longue soie ou style tactile. De même, entre les lobes élargis de la première couronne et les lobes latéraux de la deuxième s'élève de chaque côté une proéminence semblable à la base de laquelle Eckstein [1] a vu une tache oculaire que je n'ai jamais pu découvrir (fig. 161).

Ces couronnes ciliaires de l'organe rotatoire servent par leurs mouvements combinés à la natation du Brachion

[1] Eckstein. *Loc. cit.*

et à conduire les particules alimentaires dans l'entonnoir buccal.

Système digestif, glandes annexes. — Le système digestif du Brachion comprend : l'entonnoir buccal, le pharynx ou mastax, l'œsophage, l'estomac et l'intestin, qui se termine par un cloaque ; comme annexes, les glandes salivaires et stomacales.

L'*entonnoir buccal* commence, comme nous l'avons vu dans la description de l'organe rotatoire, par une invagination de la couronne ciliaire trochale, invagination en forme de V, située au niveau de l'échancrure ventrale de la carapace (fig. 161). Il se continue obliquement d'avant en arrière en un tube tapissé de courts cils vibratiles et débouche près du sommet du pharynx musculeux, du côté ventral. Cet entonnoir buccal est court et à parois épaisses.

Hudson et Gosse [1] mentionnent deux organes semblables à une lèvre s'élevant au-dessus du mastax à l'intérieur du canal buccal, lèvre capable de fermer à volonté le passage aux particules amenées par le courant de la guirlande ciliaire et de les rejeter au dehors. Nous n'avons pu réussir à les découvrir. Cette action de refoulement des matières est attribuée en général à une action spéciale des unci.

Le *pharynx musculeux ou mastax* (fig. 159, 160, 162) est une sorte de poche trilobée postérieurement. Il est transversal par rapport à l'axe du corps et situé plutôt dorsalement. Il contient les organes masticateurs ou trophi.

Le mastax a des parois épaisses, constituées par de

[1] Hudson et Gosse. *Loc. cit.*

puissantes fibres musculaires feutrées. Il a un orifice postérieur s'ouvrant du côté de sa surface dorsale et le faisant communiquer avec l'œsophage, tube par lequel passent les matières alimentaires après avoir été triturées par les trophi ou mâchoires.

Les *trophi* sont formés de plusieurs pièces chitineuses réunies les unes aux autres par de forts muscles; ils se composent : *de deux marteaux ou mallei et d'une enclume ou incus* (fig. 162).

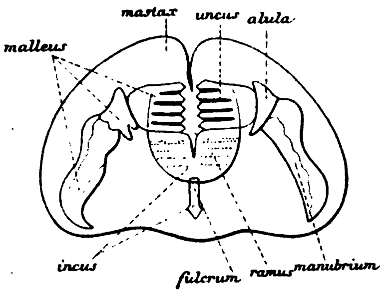


Fig. 162.

Mâchoires ou trophi de Brachionus urceolaris (d'après Gosse et Hudson).

Chaque marteau est composé de deux pièces : 1° le *manubrium* ou manche, pièce courbée, de forme aplatie, se dirigeant en arrière et de côté ; 2° l'*uncus* ou tête, grande pièce triangulaire placée à angle droit avec le manubrium. Cet uncus, semblable à un peigne, est articulé au manubrium par une autre petite pièce triangulaire appelée *alula* par Gosse [1].

Cet uncus porte cinq *dents* soudées intimement au support et qui sont plutôt de fortes arêtes que des dents proprement dites. Ces dents minces sont parallèles et séparées par des interstices étroits. Elles sont plus élargies à leur extrémité; la dernière de la série du côté dorsal est soudée avec l'avant-dernière sur un tiers de sa longueur.

[1] Gosse. *Loc. cit.*

L'enclume ou incus se compose aussi de deux pièces : les *rami* et d'une tige le *fulcrum*. Chaque ramus est une pièce épaisse triangulaire, arrondie extérieurement, concave à sa face supérieure et plate à sa face interne.

Le fulcrum est une tige de support, aplatie, au sommet de laquelle sont joints les rami et sur laquelle ils peuvent s'ouvrir et se fermer comme des ciseaux.

Des muscles spéciaux meuvent ces différentes parties des mâchoires; mais ces mouvements produits sont très complexes. Les mallei et les rami s'écartant et se rapprochant alternativement, la nourriture amenée par le tube buccal est lacérée par les lames et repoussée dans l'œsophage. Les parois du mastax sont très épaisses et sa cavité interne est très étroite.

L'*œsophage* est un tube court, cilié, unissant le mastax à l'estomac; ses parois sont très épaisses et par conséquent le lumen très étroit. Il s'élargit légèrement à son entrée dans l'*estomac* (fig. 159, 161).

Ce dernier est un sac allongé situé dorsalement le long de la carapace. Ses parois sont épaisses et munies d'un épithélium vibratile (fig. 159).

Les cellules des parois de l'estomac sont grandes, polygonales, ciliées, pourvues d'une membrane distincte et d'un noyau rond. On y remarque également de nombreuses gouttelettes graisseuses très réfringentes.

Quand l'animal est bien nourri, l'estomac apparaît comme une masse boursouflée de couleur jaune-brun parsemée de bols verdâtres. Le mouvement vibratile de l'estomac est bien marqué, mais les cils sont courts.

La partie postérieure de l'estomac se rétrécit pour former une sorte de pylore et communique avec une

seconde poche en forme de poire, l'*intestin* (fig. 159 et 160).

Ce dernier est souvent placé transversalement à l'estomac ou légèrement de côté. Les parois de l'intestin sont musculeuses, épaisses, très contractiles, mais on ne peut y reconnaître de cellules distinctes comme dans l'estomac.

Les cils vibratiles de l'intestin sont beaucoup plus longs que ceux de l'estomac.

L'intestin se déverse dans un *cloaque*, tube court, légèrement enflé, cilié, qui s'ouvre dorsalement en un *anus* sur la ligne médiane, à la partie postérieure de la carapace.

Du cloaque aboutissent également les produits d'excrétion et les œufs. Tout le canal alimentaire de l'entonnoir buccal à l'anus, à l'exception du mastax, est cilié (fig. 159 et 160).

Comme annexes du tractus intestinal nous trouvons deux sortes de glandes : 1° les *glandes salivaires*, qui sont formées de trois lobes arrondis situés au-dessus du mastax, de chaque côté de l'entonnoir buccal et ventralement. On n'est pas encore fixé sur leur structure (fig. 161) ; 2° les *glandes stomacales ou gastriques*, placées de chaque côté de l'estomac à son extrémité antérieure (fig. 159, 160, 161). Elles sont en forme de massues et s'étendent jusque sur les canaux latéraux de l'organe excréteur, paraissant parfois se confondre avec l'enveloppe granuleuse de ces derniers. Ces glandes sont reliées à l'estomac par des conduits longs et larges.

Elles remplissent probablement la fonction d'un foie rudimentaire.

Dans la masse protoplasmique granuleuse qui constitue ces glandes et dans laquelle on voit de nombreux noyaux, on ne peut découvrir aucune différenciation en cellules.

Système excréteur ; vessie.— Ce système est composé de deux canaux serpentant latéralement le long des parois du corps et aboutissant à une vessie contractile placée à côté de l'intestin, vessie qui déverse son contenu dans le cloaque (fig. 159, 160, 161).

Chaque *canal latéral* prend naissance dans les lobes latéraux de l'organe rotatoire où il est divisé en deux branches courtes portant chacune une flamme vibratile et se rejoignant au niveau du mastax (fig. 159, 161).

Le canal suit le contour interne de la lorica jusqu'au niveau de la dépression dorsale de celle-ci et là fait un coude brusque intérieur pour se diriger transversalement vers la vessie. Chaque canal porte *cinq flammes vibratiles* et forme en différents points de son trajet des circonvolutions ayant l'aspect de pelotes entortillées.

Tout le long de leur parcours ces canaux sont entourés d'une masse granuleuse et spécialement dans les points où existent les entortillements ou pelotes (fig. 161).

Dans ces pelotes on remarque quelques noyaux serrés les uns contre les autres ; il en est de même dans leur paroi finement granulée, mais ces noyaux sont plus clairsemés.

Les *flammes vibratiles* dépendant des canaux latéraux sont de courts canalicules cylindriques droits dont l'extrémité est légèrement évasée. On n'est pas encore fixé sur leur structure.

La *vessie* est un sac large, piriforme, rempli d'un liquide clair, transparent. Ses parois contiennent de fines fibres musculaires, qui par leur contraction servent à l'expulsion de son contenu dans le cloaque (fig. 159, 160, 161).

Système nerveux ; organes des sens. — Le système nerveux est représenté par un *ganglion cérébroïde* dorsalement placé au-dessus du pharynx, un peu en arrière de l'échancrure formée par les deux épines centrales de la carapace. Ce ganglion a une forme ovoïde, bilobée. Son contenu est granuleux avec de nombreux noyaux distribués régulièrement. Il paraît divisé dorsalement et postérieurement en deux moitiés par un court sillon médian dans lequel se trouve l'œil (fig. 159, 160).

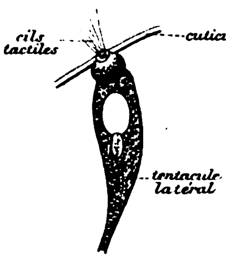


Fig. 163.
Tentacule latéral (d'après Plate).

Sur le bord antérieur du cerveau est attaché un tube allongé, légèrement conique, dont la base large repose sur le cerveau et dont l'extrémité libre passe entre les deux épines médianes, c'est le *tentacule dorsal* (fig. 159, 160).

Il est terminé à son extrémité libre par un mamelon annelé surmonté d'une touffe de soies tactiles. On distingue à l'intérieur du tentacule un filet nerveux et de fines fibres musculaires.

L'*œil* est formé d'une couche pigmentaire carminée reposant sur les côtés du sillon médian du cerveau ; il a la forme d'un X et paraît avec un fort grossissement être composé de deux masses pigmentaires distinctes (fig. 159).

Au tiers postérieur de la carapace on voit de chaque côté de la face dorsale les deux *tentacules latéraux*. Ils ont une forme cylindrique allongée.

Leur extrémité arrondie porte une touffe de cils sensitifs qui seule dépasse la carapace. Ces tentacules paraissent réunis au cerveau par un filet nerveux, mais

il n'est pas possible d'en suivre le trajet (fig. 159, 163).

Il faut ajouter aux tentacules dorsal et latéraux, comme organes sensitifs, les quatre proéminences que nous avons indiquées en parlant de l'organe rotatoire ; *proéminences* coniques surmontées d'une longue soie tactile qui sont reliées par un mince filet nerveux au ganglion cérébroïde (fig. 161).

Organes génitaux : ovaire, oviducte, œufs. — L'*ovaire* est un large sac triangulaire dont la pointe tournée postérieurement s'infléchit et se transforme en un court canal ou *oviducte* qui vient se déverser dans le cloaque. L'ovaire est placé ventralement ; il est transversal par rapport à l'intestin qu'il masque parfois complètement suivant l'état de développement des œufs. Ce sac est entouré d'une paroi mince, légèrement granuleuse. Il contient l'ovaire proprement dit et la masse vitelline (fig. 159, 160, 161).

L'*ovaire proprement dit* est situé, vu par la face ventrale, à l'extrémité gauche antérieure de la masse vitelline ; il se compose d'une trentaine de cellules arrondies, grandes, qui augmentent en diamètre de l'avant à l'arrière (fig. 161).

Chaque cellule germinale a un noyau arrondi.

La *masse vitelline* occupe, quand l'animal est bien nourri, la plus grande partie de l'organe génital.

Le vitellus est granulé ; c'est une masse protoplasmique dans laquelle sont distribués un nombre limité (huit) de noyaux ovales.

Les nucléoles sont très foncés et très volumineux. Ils remplissent en grande partie les noyaux qui paraissent ne former autour d'eux qu'une bande claire. Il n'y a pas de

cellules vitellines proprement dites (fig. 161). L'œuf mûr descend l'oviducte et est expulsé par le cloaque. Il reste attaché à la carapace de la mère par un mince filament collant.

De même que chez Mélicerte et comme du reste dans

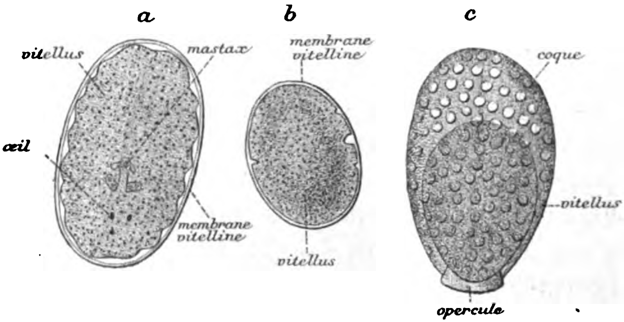


Fig. 164.
a. Œuf d'été femelle embryonné. — *b*. Œuf mâle. — *c*. Œuf d'hiver ou durable (d'après Cohn).

toute la série rotatorienne, on distingue *trois sortes d'œufs :*

1° Les *œufs d'été* ovales à enveloppe mince, transparente. Ceux-ci restent accolés au corps de la mère jusqu'à l'éclosion et ne produisent que des femelles (fig. 164 *a*) ; 2° les *œufs d'hiver ou de durée*, qui sont entourés d'une coque brune, membrane épaisse, granuleuse, couverte d'aspérités. Ils sont plus larges à une de leurs extrémités, l'autre extrémité amincie porte un petit capuchon ou opercule (fig. 164, *c*). Ils se détachent assez rapidement de la mère et tombent au fond de l'eau pour n'éclore qu'à la belle saison et ne produisent également que des femelles; 3° les *œufs qui produisent les mâles ;* ils sont lisses,

transparents, moitié plus petits que les œufs d'été femelles et plus arrondis. Ils se développent du reste comme ces derniers (fig. 164, *b*).

Male, son organisation ; rapports avec la femelle. — Le mâle de *Brachionus urceolaris* est beaucoup plus petit

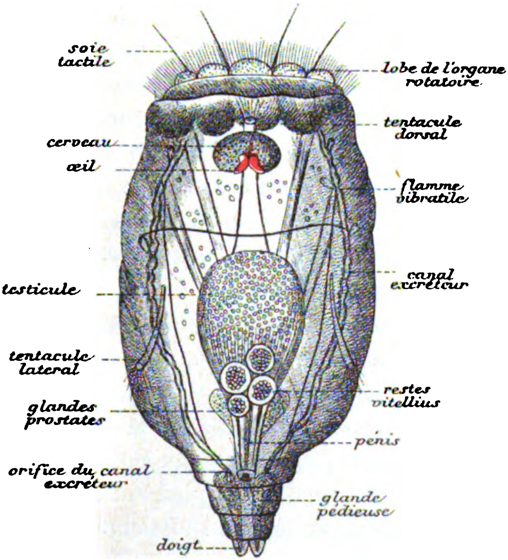


Fig. 165.
Mâle de Brachionus urceolaris, vue dorsale.

que la femelle et n'atteint environ que le tiers de la longueur de la lorica de la femelle adulte. Il a le corps court, cylindrique. La tête, le tronc et le pied sont moins nettement distincts que chez la femelle (fig. 165).

Les mâles n'ont pas de carapace chitineuse armée d'épines. Ils sont cependant protégés par une cuticule chiti-

neuse opaque analogue à la lorica, mais moins résistante.

Cette cuticule, dans laquelle l'organe rotatoire peut se rétracter, se termine au-dessous de ce dernier par un bord épais légèrement ondulé. Elle s'arrête postérieurement au niveau du pénis.

Le *pied* est court, large, obtus, terminé par deux doigts courts, fortement annelé transversalement (fig. 165).

L'*organe rotatoire* se compose d'une guirlande ciliaire continue surmontée de cinq lobes inégaux faiblement marqués, accolés les uns aux autres et donnant à la tête une forme hémisphérique.

Les quatre *soies tactiles* de la femelle sont visibles et paraissent implantés dans la masse musculaire granuleuse sous-jacente sans qu'il soit possible de voir les petits cônes si visibles chez la femelle.

Les *glandes visqueuses* du pied, en forme de massues, sont également bien développées, mais plus courtes et débouchent aux extrémités des doigts (fig. 165).

Comme *musculature*, je ne suis parvenu à trouver que deux paires de muscles longitudinaux rétracteurs de l'organe rotatoire. Les muscles du pied sont peu visibles. Un grand muscle suspenseur du testicule s'étend de la partie antérieure de cet organe et vient s'attacher à la partie médiane de la tête, à la base de l'organe rotatoire. Certainement, comme chez d'autres mâles de Rotateurs, il doit exister des muscles rétracteurs du pénis, mais on ne peut les distinguer chez *Brachionus*.

Le *système nerveux* se compose d'un gros *ganglion cérébroïde* semblable à celui de la femelle et portant l'*œil* à sa partie postérieure dorsale (fig. 165).

Les *organes tactiles* sont représentés par les quatre

soies de l'organe rotatoire. Le tentacule dorsal est réduit à une touffe circulaire de cils tactiles. Les tentacules latéraux existent, mais sont difficiles à observer (fig. 165).

L'*organe excréteur* est peu développé et ne possède pas de vessie contractile. Il comprend deux canaux latéraux simples, sans pelote, remontant le long des parois du corps jusqu'à la tête. A la partie postérieure du corps ces canaux débouchent à la base du pied, directement au dehors par deux petites ouvertures rondes légèrement ciliées. Chaque canal latéral porte trois flammes vibratiles.

Chez le mâle de *Brachionus urceolaris* il y a régression totale du système digestif, absence de bouche, de pharynx, d'estomac, d'intestin et de cloaque.

La majeure partie de la cavité du corps est occupée par le *testicule*, vaste sac de forme oblongue se rétrécissant postérieurement et se continuant en un court tube protactile, à parois épaisses, musculeuses, le *pénis*.

Le *testicule* possède également des parois épaisses et musculeuses. A sa partie antérieure on distingue les cellules mères des spermatozoïdes de forme arrondie et à sa partie postérieure on voit fourmiller les spermatozoïdes, dont la longue queue est munie d'une membrane ondulatoire.

Le *pénis* est terminé à son extrémité libre d'une couronne de cils courts et raides; en plein état d'extension il n'atteint pas la longueur du pied; il est placé dorsalement à ce dernier (fig. 165).

On aperçoit deux glandes claires à la base du pénis, qui sont probablement des *glandes prostatiques*. On voit enfin disposées d'une façon irrégulière et changeant avec chaque individu trois ou quatre accumulations de granules foncés qui sont peut-être des *restes vitellins*.

Les mâles de Brachion ne se rencontrent que rarement et sont beaucoup moins nombreux que les femelles; ils sont difficiles à observer, vu leur petitesse et leur vivacité. Il est bon de les narcotiser pour les étudier.

Quant à la copulation, quoi qu'en pensent certains auteurs, elle n'a vraiment lieu que par le cloaque et il est impossible à un mâle de perforer avec son pénis la cuticule chitineuse d'une femelle.

Développement de Brachionus urceolaris. — Le développement de *Brachionus urceolaris* répondant dans ses grands traits à celui de *Melicerta ringens*, nous ne décrirons pas à nouveau le mode de formation des feuillets embryonnaires chez notre Brachion. Rappelons seulement que l'œuf du *Brachionus urceolaris*, après sa segmentation, passe par une phase sterroblastule et par une phase sterrogastrule dont le blastopore ou prostoma est bordé par des cellules granuleuses dérivant, comme celles de la Mélicerte, de l'ectoderme.

Le blastopore se ferme, les cellules granuleuses pénètrent entre l'ectoderme et l'entoderme, s'y multiplient et en ce point se produit une invagination ectodermique représentant la cavité buccale du Brachion.

Ce sont ces cellules granuleuses que Tessin [1] considère, mais à tort, comme un mésoderme.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, les Rotateurs ne paraissent pas posséder de mésoderme proprement dit tel qu'on le définit chez les autres Métazoaires.

La dépression buccale est en relation avec un amas de

[1] Tessin. *Loc. cit.*

ces cellules granuleuses constituant l'ébauche du pharynx ou mastax. Ce dernier n'a donc pas une origine entodermique, ainsi que l'affirme Tessin.

L'entoderme donne naissance à l'intestin moyen (estomac et intestin proprement dit). Quant à la portion terminale du tube digestif (cloaque et orifice anal), elle provient d'une invagination ectodermique se creusant à la face dorsale de la base du pied.

Ce dernier se forme à la face ventrale de la larve. Tout d'abord replié sur cette face ventrale, il devient plus tard postérieur par rapport au corps de l'embryon. Il est allongé, ne subit pas de régression comme chez Mélicerte et possède à l'origine un axe entodermique s'atrophiant par la suite.

La région céphalique de la larve de Brachion se différencie de bonne heure en un lobe céphalique médian, bombé et en deux lobes latéraux. Ces trois lobes médian et latéraux se fusionnent dans le cours de l'évolution embryonnaire; des cils y apparaissent et c'est aux dépens de ces lobes, principalement des latéraux, que se constitue l'organe rotatoire.

Un épaississement ectodermique de la face dorsale de la région céphalique produit le cerveau, ainsi que la tache oculaire qui lui est annexée.

La carapace ou lorica protégeant le corps du Brachion adulte dérive de l'ectoderme. Elle apparaît tout d'abord dans la région moyenne et postérieure du corps de la larve, puis s'allonge d'arrière en avant et finit par envelopper le corps entier du Rotateur.

CHAPITRE XIV

LE PHASCOLOSOME

Par L. CUÉNOT
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

PHASCOLOSOME COMMUN

Phascolosoma vulgare (BLAINVILLE).

Place du Phascolosome dans la systématique. — Le Phascolosome est un type de *Sipunculiens*, classe autrefois réunie aux *Echiuriens*, sous le vocable de *Géphyriens;* mais comme les ressemblances entre ces deux groupes sont purement superficielles et dues probablement à des phénomènes de convergence, on s'accorde très généralement à les séparer; les Echiuriens (anciens Géphyriens armés) sont placés au voisinage des Annélides, tandis que les Sipunculiens (Géphyriens inermes) constituent un groupe autonome, voisin des Priapuliens, Phoronidiens, Bryozoaires et Brachiopodes; comme toutes ces classes, les Sipunculiens appartiennent à la série des *Néphridiés*, caractérisés par la présence de néphridies et d'une larve trochophore.

SYNONYMIE[1]. — Le Phascolosome vulgaire a été décrit

[1] Selenka, *Report on the Gephyrea of the Challenger*, vol. XIII, part 36, 1885. — Selenka, Bülow et de Man, *Die Sipunculiden.* Semper's, Reisen im Archipel der Philippinen, 2 Th., Bd 4, 1883-84.

en 1827 par de Blainville sous le nom de *Sipunculus vulgaris ;* il a reçu depuis d'autres noms, qui tombent en synonymie, *Syrinx Harveyi* Forbes, *Sipunculus obscurus* Quatrefages, *Phascolosoma margaritaceum* Keferstein, *Ph. validum* et *luteum* Théel. Le nom générique *Phascolosoma* a été créé par F.-S. Leuckart, et vient des deux mots Φασκωλος, sac, et σωμα, corps.

Habitat, mœurs. — Le *Phascolosoma vulgare* est une espèce à grande répartition géographique et bathymétrique.

Sur nos côtes, et notamment à Roscoff, on le trouve par endroits en grande abondance, dans les fonds vaso-sableux d'herbiers, découverts par des marées de 10-15, toujours associé avec une espèce plus petite, le *Phascolosoma elongatum* Kef. ; il habite, à 50 centimètres environ de la surface, une galerie bien limitée, à trajet irrégulier. D'autre part, le *Porcupine* en a trouvé à 838 mètres de profondeur et le *Talisman* à 1 050 mètres. On le connaît dans la mer du Nord, la Baltique, sur les côtes anglaises, les îles anglo-normandes et la côte de France (le Portel, Dieppe, Saint-Vaast, Saint-Malo, Roscoff, golfe de Gascogne), sur la côte du Maroc, dans la Méditerranée (Provence), l'Adriatique et la mer Rouge.

Description extérieure de l'animal. Principaux orifices. Méthode pour l'orienter. — Un Phascolosome complètement étendu peut mesurer jusqu'à 170 millimètres de long (spécimens de Roscoff) ; il présente deux régions bien distinctes (fig. 166) : en avant, une partie cylindrique et rétrécie, l'*introvert* (trompe), suivie du corps plus

volumineux, se terminant par une extrémité conique.



Fig. 166.
Phascolosoma vulgare complètement étendu, vu du côté dorsal. Grandeur naturelle.

Au sommet de l'introvert se trouve la bouche, entourée d'un cercle ondulé de petits tentacules rosés ; exactement au-dessous de cette couronne, on voit d'un côté une petite surface cordiforme, qui est l'*organe nucal* (fig. 173) ; puis vient une zone courte et renflée portant un grand nombre de *crochets* épars, et enfin une région lisse qui passe insensiblement à la région antérieure du corps, d'aspect très rugueux (*zone granuleuse antérieure*).

La région moyenne du corps est lisse et se termine par une *zone granuleuse postérieure*.

L'anus est facilement visible comme un point saillant, en dessous de la zone granuleuse antérieure ; avec un peu d'attention, on distingue un peu au-dessus, mais sur l'autre face du corps, deux petits orifices latéraux (néphridies).

Quand le Phascolosome est contracté, l'introvert disparaît totalement à l'intérieur du

corps, qui se termine en avant par la région granuleuse antérieure.

Orientation. — Pour orienter l'animal, on n'a qu'à rechercher l'anus qui est dorsal et médian, de même que l'organe nucal ; pour ouvrir le Phascolosome, il faut que l'incision suive la ligne médiane dorsale, en passant un peu à *droite* de l'anus (fig. 178), afin de ménager l'attache d'un muscle intestinal.

Description des téguments. — Examinée à un faible grossissement, la peau des diverses régions du corps donne des images différentes (déshydrater et monter dans le baume des fragments de peau) : sur tout l'introvert jusqu'au niveau des orifices néphridiens, elle est parsemée de saillies cylindriques assez hautes, qui sont l'extrémité d'organes sensitifs spéciaux ; apparence identique pour la peau de la zone granuleuse postérieure. Au contraire, toute la région moyenne lisse est couverte de figures elliptiques paraissant plus claires que les intervalles qui les séparent ; c'est la projection de corpuscules glandulaires enfoncés dans le derme.

Sur une coupe perpendiculaire, la peau présente de dehors en dedans :

1° Une épaisse cuticule à couches concentriques, fort épaisse sur le corps et plus mince sur la trompe ; cette cuticule se distingue de la chitine par sa solubilité complète dans la potasse chaude ;

2° Un épiderme formé de cellules cubiques (fig. 167) renfermant de nombreux granules safranophiles (fixation au liquide de Flemming) ;

3° Une couche de tissu conjonctif gélatineux, dans laquelle sont plongés de très nombreux corpuscules glandulaires et sensitifs qui soulèvent l'épiderme et la cuticule sus-jacents et leur donnent un contour très ondulé ;

4° Une couche de muscles circulaires et une couche de muscles longitudinaux ;

5° L'épithélium péritonéal, formé de cellules plates, qui par endroits portent des bouquets de cils vibratiles très actifs.

Muscles. — Parmi les divers muscles du corps, je ne signalerai ici que les *muscles rétracteurs de l'introvert;* ils sont au nombre de deux paires (fig. 178) : une paire s'insère à droite et à gauche de la ligne médio-ventrale (*rétracteurs ventraux*) ; l'autre paire s'insère un peu plus en avant et plus latéralement (*rétracteurs dorsaux*). En avant, les quatre muscles confluent ensemble (fig. 175) et s'insèrent sous la couronne tentaculaire. Quand l'animal veut s'étendre, les rétracteurs étant relâchés, il contracte les muscles circulaires et longitudinaux de la peau, qui compriment le liquide cœlomique, ce qui force l'introvert à se dévaginer lentement.

Crochets (fig. 170). — Les petits crochets du sommet de l'introvert ont à peu près la forme de griffes, dont la pointe est dirigée vers l'extrémité postérieure du corps ; ce sont des expansions creuses de la cuticule, durcie et colorée, à l'intérieur desquelles l'épiderme se prolonge ; ils doivent faciliter la progression de l'animal dans le sol, en s'accrochant passivement aux grains de sable.

Corpuscules sensitifs (fig. 167)[1]. — Les corpuscules sensitifs de l'introvert et de la zone postérieure sont formés

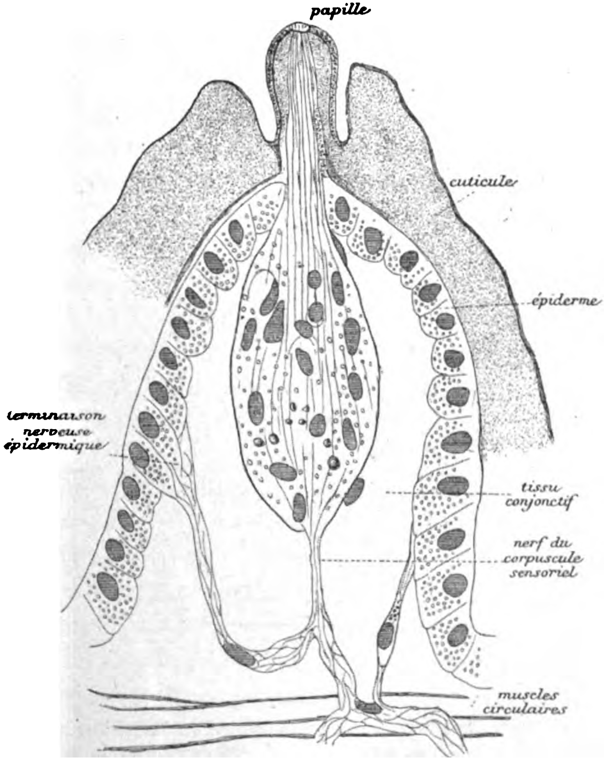


Fig. 167.
Coupe sagittale d'un corpuscule sensitif de l'introvert. Préparation fixée à l'acide osmique : × 540.

d'un amas pyriforme de cellules épidermiques allongées,

[1] Voir à ce sujet : Jourdan, *Les corpuscules sensitifs et les glandes cutanées des Géphyriens inermes*. Ann. Sc. Nat. (7), t. XII, 1891, p. 1.

au niveau duquel la cuticule porte une papille très saillante; un gros rameau nerveux, émanant du plexus périphérique du corps, entre à la base du corpuscule; ses fibrilles traversent l'amas cellulaire et se prolongent jusqu'à l'extrémité de la papille.

Corpuscules glandulaires (fig. 168). — Les corpuscules glandulaires de la zone moyenne sont globuleux, limités

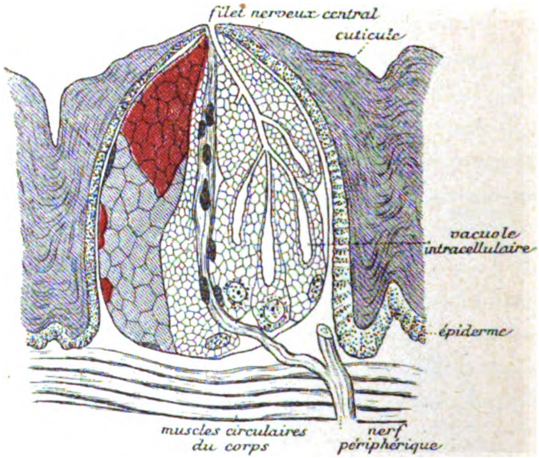


Fig. 168.

Coupe sagittale d'un corpuscule glandulaire de la région moyenne du corps; les cellules sont à des stades différents de sécrétion. Préparation fixée à l'acide osmique et colorée par le carmin alunique : × 332.

par une mince basale; à leur base ils reçoivent un petit filet nerveux qui traverse verticalement le corpuscule et vient se terminer à la surface de la cuticule; les fibrilles nerveuses sont entourées d'un certain nombre de grosses

cellules glandulaires, dont l'aspect est extrêmement variable, suivant le stade sécrétoire auquel le réactif fixateur les saisit : tantôt elles ont un protoplasma réticulé à mailles vides, renfermant à la base un noyau et vers le sommet une grande vacuole nettement limitée ; les vacuoles de plusieurs cellules se jettent dans un canal médian qui perce la cuticule très amincie à ce niveau ; tantôt le réticulum est à peine visible, ses mailles étant remplies d'une substance amorphe non colorable et la vacuole ayant disparu ; enfin ce contenu prend une coloration très intense par le carmin, le vert de méthyle, la safranine, etc., ce qui rend bien probable l'existence de *mucine* dans ces cellules. Les différentes cellules d'un même corpuscule sont soit au même stade, soit à des stades différents de la sécrétion, ce qui leur donne sur les coupes l'aspect le plus varié.

Ces corpuscules glandulo-sensitifs sécrètent probablement un mucus qui cimente les parois de la galerie où vit l'animal ; en prenant un Phascolosome dans la main, on a d'ailleurs la sensation qu'il est entouré d'une mince couche de mucus.

Description du système nerveux. — Le système nerveux central comprend un cerveau et un cordon ventral réunis par un collier périœsophagien. Quand on ouvre l'animal (l'introvert étant invaginé, fig. 178), on voit facilement le cerveau sous la couche musculaire qui le recouvre ; il a la forme d'un petit ovoïde, marqué d'un point brun à chaque extrémité (les yeux) ; le cordon ventral s'étend depuis la bouche jusqu'à l'extrémité postérieure du corps, où il se termine par deux très longs

nerfs ; tout le long de son trajet, il émet des nerfs latéraux disposés irrégulièrement, qui se ramifient dans la peau en un plexus périphérique compliqué.

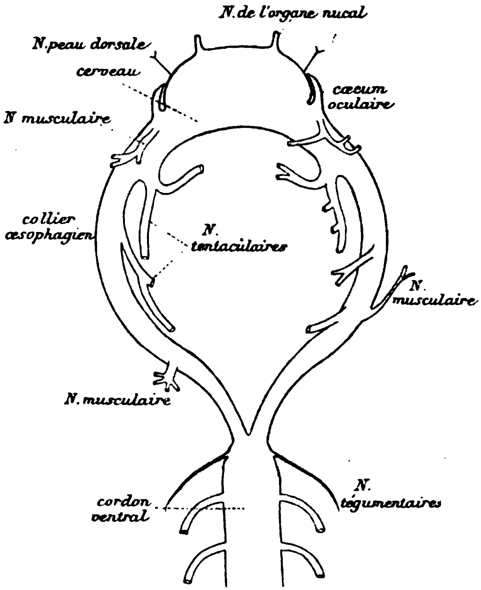


Fig. 169.
Cerveau, collier et cordon ventral reconstitués d'après des coupes sériées.

Les nerfs céphaliques ne peuvent être étudiés que par des coupes sériées ; dorsalement, le cerveau porte les yeux et reçoit deux gros nerfs provenant de l'organe nucal (fig. 169) ; des nerfs tentaculaires et musculaires se détachent soit des côtés du cerveau soit du collier œsophagien ; je n'ai pu voir d'où sortaient les nerfs abondants dans la paroi du tube digestif.

Histologie. — Le cerveau renferme de petites cellules nerveuses, des cellules géantes plus rares, et des faisceaux de fibrilles entre-croisées dans divers sens (fig. 171); le collier périœsophagien est uniquement fibrillaire. Le cordon

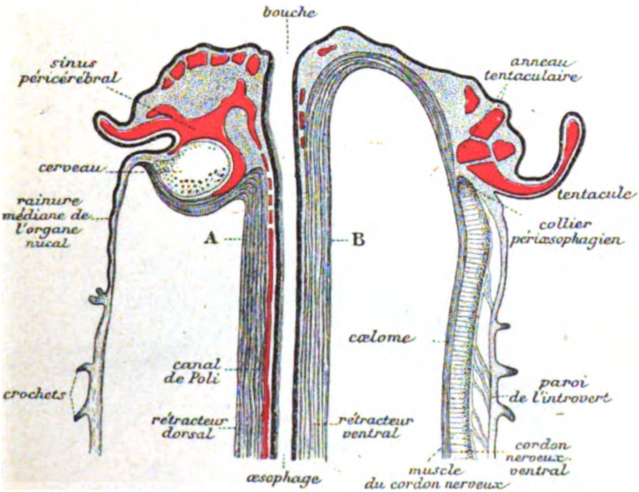


Fig. 170.
Coupe sagittale de l'extrémité antérieure d'un Phascolosome complètement étendu.

ventral, tout d'une venue, ne présente aucune différenciation en ganglions; il renferme des fibres longitudinales et de petites cellules nerveuses unipolaires accumulées du côté qui regarde l'épiderme (fig. 170). Le cordon ventral, très éloigné de l'épiderme qui lui a donné naissance, est rattaché à la paroi du corps par un mince mésentère et par les nerfs qu'il émet; il est enveloppé d'une couche de tissu conjonctif et porte du côté dorsal un fort faisceau

musculaire, qui plisse en zigzag le cordon nerveux lorsque le corps se contracte.

J'ai imprégné facilement les cellules nerveuses du cordon ventral en injectant dans le cœlome une solution de bleu de méthylène, à dose mortelle pour l'animal.

Description des organes des sens. — Les organes des sens comprennent des terminaisons tactiles, un organe vraisemblablement olfactif et des yeux.

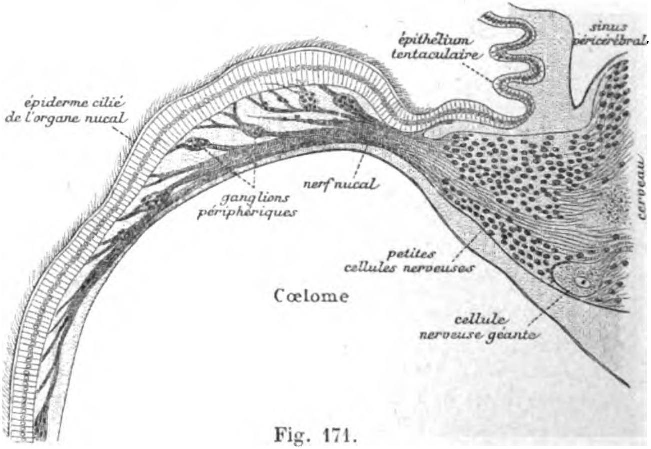


Fig. 171.

Coupe verticale parallèle au plan sagittal, passant par un lobe latéral de l'organe nucal. Préparation fixée au sublimé : × 136.

A propos des téguments, j'ai décrit les corpuscules sensitifs qui portent une papille saillante et qui sont évidemment des organes du tact ; il est très probable que les tentacules péribuccaux, très richement innervés, sont aussi capables de percevoir des sensations tactiles.

Organe nucal. — L'organe nucal, très facile à voir sur

les animaux bien étendus, se trouve tout contre la couronne tentaculaire, du côté dorsal; c'est une petite surface cordiforme (fig. 173), présentant une rainure médiane et deux lobes latéraux saillants. Il est constitué par une différenciation de l'épiderme céphalique, juste au niveau du cerveau; les lobes latéraux sont très vibratiles, tandis que

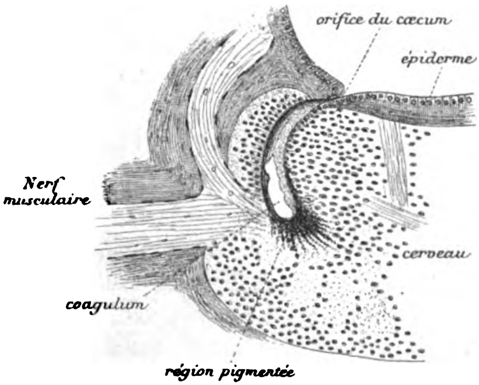


Fig. 172.

Coupe épaisse de l'extrémité céphalique, par un plan vertical oblique effleurant la surface du cerveau. Préparation fixée au sublimé : × 136.

la rainure médiane n'est pas ciliée. Deux gros nerfs sortent du cerveau (fig. 169) et se ramifient dans chaque lobe latéral, sous l'épithélium (fig. 171). Cet organe nucal est parfaitement identique à celui des Annélides Polychètes, et il est très probable qu'il a, comme chez ces derniers, une fonction olfactive.

Yeux. — En détachant un cerveau et en l'examinant à un faible grossissement, on distingue à sa surface les yeux comme deux taches brunes à prolongements rayon-

nants. Les coupes sériées montrent que ces taches brunes sont la partie profonde d'une invagination épidermique (fig. 172), qui naît juste au-dessus du lobe latéral de l'organe nucal et s'enfonce profondément et obliquement dans le tissu cérébral. Les cellules qui tapissent le fond du cœcum sont remplies de fins granules pigmentaires, que l'on retrouve épars assez loin dans le cerveau. Une matière amorphe, coagulée par les réactifs fixateurs, remplit la lumière du cœcum dans sa portion cérébrale.

Appareil tentaculaire. — L'appareil tentaculaire est très caractéristique des Sipunculiens, et rappelle beaucoup le système ambulacraire atrophié des Synaptes, qui vivent précisément dans les mêmes conditions.

La partie principale de cet appareil est la *couronne tentaculaire* dont la disposition est assez compliquée (fig. 173) : les tentacules, au nombre de 85 environ, sont insérés sur une ligne circulaire très ondulée, qui présente 12 saillants et 12 rentrants; à tous les saillants correspondent de profonds sillons radiaux, très vibratiles, qui aboutissent à l'orifice buccal. Chaque tentacule a la forme d'une feuille allongée, et la face intérieure (celle qui regarde morphologiquement la bouche) est parcourue par un sillon très vibratile, qui se jette dans le sillon radial passant à la base du tentacule. D'après cette disposition, on conçoit que les petites particules flottantes, attirées par les cils vibratiles des tentacules, suivent leur sillon médian, tombent dans le sillon radial et sont par suite transportées à la bouche.

En coupe (fig. 174), les tentacules ont une forme triangulaire, ou plus exactement du cœur des jeux de cartes; ils

sont revêtus d'un épithélium, très haut et vibratile avec quelques cellules muqueuses sur la face sillonnée, simplement cylindrique et non cilié sur la face opposée ;

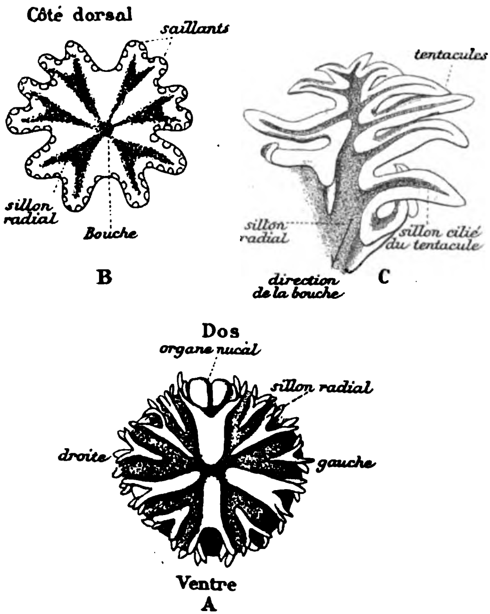


Fig. 173.

A. Face orale vue d'en dessus, montrant la couronne tentaculaire complètement épanouie ; × 6. — B. Schéma de la disposition des tentacules sur la couronne et des sillons vibratiles radiaux. — C. Un des saillants de la couronne tentaculaire.

intérieurement les tentacules sont creusés de trois cavités longitudinales communiquant entre elles par des anastomoses ; enfin l'intervalle restant entre l'épithélium et les cavités est comblé par du tissu conjonctif avec quelques fibres musculaires longitudinales et trans-

verses. Un gros nerf est placé sous l'épithélium du sillon.

Toutes les cavités tentaculaires communiquent entre elles par un anneau plus ou moins cloisonné qui fait le tour de la face orale ; un diverticule de cet anneau (*sinus péricérébral*) entoure une grande partie du cerveau. Dorsalement (fig. 170), il sort de l'anneau un long cæcum de

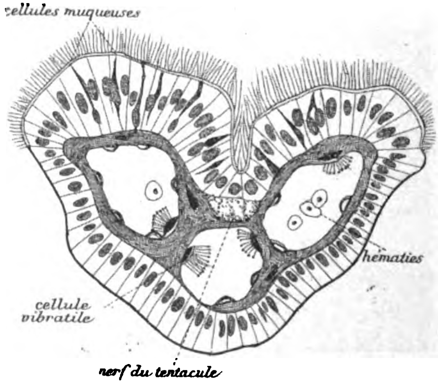


Fig. 174.
Coupe transversale d'un tentacule péribuccal. Préparation fixée à l'acide osmique : × 336.

calibre irrégulier, le *canal de Poli*[1] ; à son origine, il est engagé dans les muscles périœsophagiens et très aplati (fig. 175), puis il s'en dégage, se dilate (fig. 176), et court sur la face dorsale de l'œsophage pour se terminer par une extrémité fermée sur le deuxième tour de la spire

[1] Ce nom a l'avantage de rappeler celui d'un réservoir physiologiquement homologue, la vésicule de Poli des Holothurides ; d'ailleurs Delle Chiaje avait attribué le nom d'*ampolla poliana* aux deux cæcums émanés de l'anneau tentaculaire qui existent chez le *Sipunculus nudus*.

descendante (fig. 179). Les parois de l'œsophage, dans sa partie tout à fait supérieure, sont creusées sur quelques

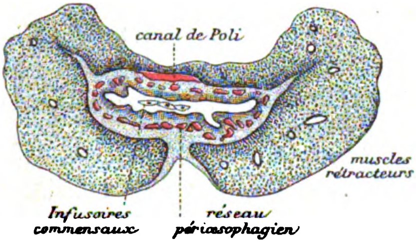


Fig. 175.
Coupe transversale de l'œsophage et des muscles rétracteurs, tout près de l'extrémité antérieure du corps (ligne AB, fig. 170) ; × 24.

millimètres d'un réseau irrégulier de cavités qui communiquent avec le canal de Poli et l'anneau oral (fig. 175).

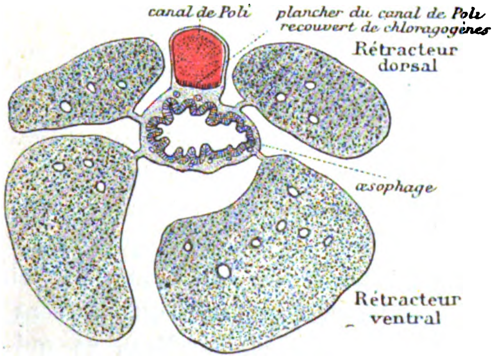


Fig. 176.
Coupe transversale de l'œsophage et des muscles rétracteurs, immédiatement au-dessous de la zone à crochets ; × 24.

Le *canal de Poli* ou *réservoir tentaculaire* a une mince paroi revêtue extérieurement d'un épithélium péritonéal

portant par places des bouquets de cils vibratiles très actifs; intérieurement, un épithélium semblable, dont presque toutes les cellules ont des cils en touffe. Le plancher du canal, adhérent à l'œsophage, est revêtu (fig. 177), non plus de ces cellules plates et vibratiles, mais d'éléments glandulaires, bourrés de granules jaunes, qui sont très

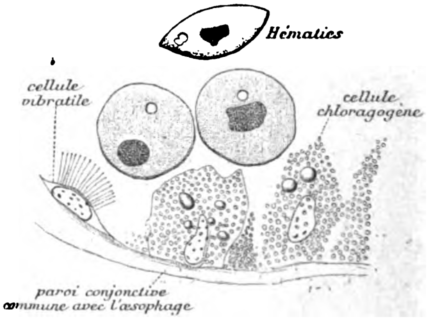


Fig. 177.
Fragment d'une coupe transversale du canal de Poli, dans sa région moyenne. Préparation fixée au liquide de Flemming: × 1250.

probablement des cellules excrétrices, chargées d'absorber les produits de désassimilation de l'appareil tentaculaire.

L'appareil tentaculaire renferme un nombre considérable de globules libres (fig. 177) qui sont presque tous des hématies, identiques à celles que je décrirai plus loin dans le cœlome, à cela près qu'elles sont notablement plus petites (10 μ de diamètre), ce qui exclut toute parenté entre les deux éléments; on y rencontre aussi quelques amibocytes, provenant vraisemblablement du cœlome par diapédèse à travers la mince paroi du canal de Poli. Tous ces globules tourbillonnent sous l'action des cils vibratiles intérieurs, sans suivre un chemin précis, sauf

dans les tentacules, où il y a un double courant très régulier. Dans le canal de Poli, surtout vers son extrémité inférieure, on trouve souvent des amas de granules jaune d'ocre, plus ou moins volumineux, qui proviennent probablement des cellules excrétrices signalées plus haut; ces cellules doivent rejeter dans la lumière du canal les produits qu'elles fabriquent; ceux-ci sont alors phagocytés et agglomérés en masses volumineuses, qui encombrent à demeure l'extrémité du canal de Poli.

Les tentacules sont des organes de tact et servent à la préhension des aliments ; le canal de Poli ne peut être qu'un réservoir pour le liquide tentaculaire. Il n'est pas douteux qu'il y ait absorption d'oxygène au niveau des tentacules, dans les moments où ils sont épanouis ; cet oxygène peut servir à la respiration du cerveau, qui n'est séparé du sinus péricérébral que par une mince couche conjonctive, mais il est impossible d'admettre que l'appareil tentaculaire joue un rôle dans la respiration générale du Sipunculien, en raison de son très faible volume et de l'absence de circulation régulière dans le canal de Poli.

Description de l'appareil digestif. — Le tube digestif (fig. 178) comprend un œsophage droit, attaché aux muscles rétracteurs, et un intestin doublement contourné en spirale ; ce dernier forme d'abord une *spire descendante*, qui va jusqu'à l'extrémité du corps, puis il se recourbe en une seconde *spire ascendante*, dont les tours sont parallèles et accolés à ceux de la première. Au niveau exact du point où l'œsophage se transforme en spire descendante, l'intestin ascendant redevient droit (rectum) et aboutit à l'anus médian et dorsal ; un peu

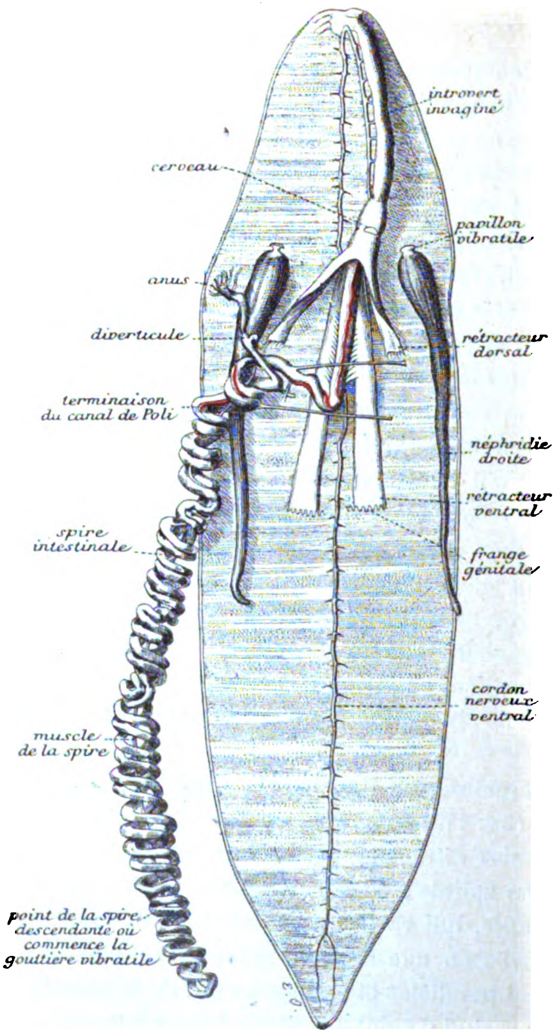


Fig. 178.

Phascolosome ouvert par la face dorsale, l'intestin a été légèrement rejeté sur la gauche ; × 1,5.

avant l'anus, il porte un *diverticule*, sorte de poche arrondie, légèrement saillante.

La double spire intestinale est libre dans toute son étendue, sauf au sommet où elle est fixée à l'œsophage et

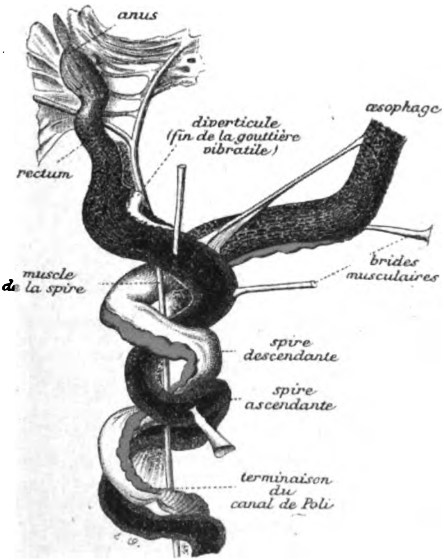


Fig. 179.

Extrémité antérieure de la double spire intestinale, avec l'œsophage et le rectum, un jour après injection cœlomique d'encre de Chine (coloration noire des chloragogènes de l'œsophage et de la spire ascendante).

à la paroi du corps par cinq brides musculaires ; un cordon musculaire (*muscle de la spire*), en occupe l'axe et s'insère en avant tout à côté de l'anus (fig. 179) ; quand ce muscle se contracte, la spirale se resserre notablement.

L'intestin présente des accidents de surface très variés,

qu'on peut bien reconnaître à un simple examen par transparence : la spire descendante a une paroi interne très ondulée (fig. 180) ; sur la partie saillante des ondulations se trouvent de nombreuses dépressions de l'épithélium interne (*cupules vibratiles*), tapissées de cellules vibratiles dont les cils très actifs donnent l'illusion d'un

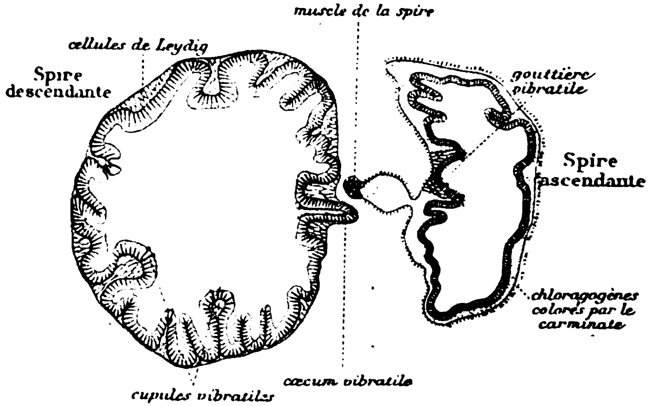


Fig. 180.
Coupe transversale de la spire intestinale dans sa région moyenne, deux jours après injection cœlomique de carminate d'ammoniaque (fixation au sublimé) : × 26.

tourbillon spiroïde lorsqu'on regarde les cupules de face ; au fond des rainures qui séparent les saillies, sont alignés de petits cœcums saillants au dehors de l'intestin, qui sont des évaginations en doigt de gant de la paroi, également très vibratile à ce niveau (*cœcums vibratiles*). Un sillon très fortement cilié (*gouttière vibratile*) commence 1 ou 2 centimètres avant la fin de la spire descendante, se continue tout le long de la spire ascendante pour se ter-

miner dans le diverticule cilié que porte le rectum (fig. 179). En introduisant une poudre colorée dans l'intestin, on constate facilement que les particules sont transportées avec rapidité par les cils de la gouttière, dans le sens bucco-anal.

HISTOLOGIE. — L'épithélium interne, toujours cylindrique, est fortement vibratile dans l'œsophage ; celui de la spire descendante est sécréteur (sauf dans les cupules et cœcums vibratiles) ; enfin l'épithélium redevient simplement cilié et non sécréteur dans la spire ascendante jusqu'à l'anus. Il repose sur une couche de tissu conjonctif gélatineux, remplacé dans les ondulations saillantes de la spire descendante par de grandes cellules vésiculeuses allongées (*cellules de Leydig*) ; dans la spire ascendante, il n'existe de cellules de Leydig que sous la gouttière vibratile. Il y a quelques fibres musculaires circulaires dans l'œsophage, pas du tout dans la spire, et beaucoup dans la paroi rectale ; l'anus est entouré d'un fort sphincter.

Pour faire des coupes de tube digestif, il faut qu'il soit entièrement vidé de sable ; on y arrive facilement en laissant quelques jours les Phascolosomes dans un cristallisoir bien propre ; ils rejettent complètement le contenu de l'intestin.

Le Phascolosome absorbe du sable et des particules organiques poussés dans la bouche par les courants vibratiles des sillons tentaculaires et péribuccaux ; il est très probable que la digestion et l'absorption ont lieu uniquement dans la spire descendante (comme le prouve la présence exclusive de Grégarines dans cette spire), les

aliments étant brassés par les cœcums et cupules vibratiles ; les résidus et l'eau avalée progressent tout le long de la spire ascendante jusqu'à l'anus, grâce surtout à la gouttière vibratile.

Globules du liquide cœlomique (fig. 181). — La vaste cavité cœlomique renferme un liquide rosé, rendu trouble par l'abondance des éléments figurés qu'il tient en suspension ; ces éléments peuvent se classer en quatre catégories : hématies, amibocytes variés, vésicules énigmatiques, produits génitaux.

1° *Hématies.* — Les hématies sont des cellules plates, à contour circulaire ou polygonal, de 16 μ environ de diamètre ; leur corps cellulaire uniformément teinté en rose renferme un noyau et une ou plusieurs vacuoles dans lesquelles flottent de petits granules jaunes à mouvements browniens. Ces hématies (comme celles de l'appareil tentaculaire) renferment un albuminoïde riche en fer (*hémérythrine*), auquel sont dus les changements de couleur, du rose au rouge violacé, qu'éprouve le liquide cœlomique lorsqu'on l'expose à l'air ; il est extrêmement probable que c'est un albuminoïde respiratoire, comme l'hémoglobine, mais on ne sait pas quelle est la quantité d'oxygène qu'il est capable d'absorber [1]. On ignore comment les hématies se renouvellent ; j'ai trouvé assez fré-

1 J'ai dosé l'oxygène dans le liquide cœlomique de *Sipunculus nudus* L. qui renferme aussi des hématies à hémérythrine : 100 centimètres cubes de ce liquide, au maximum d'oxygénation, renferment environ 1^cc^,2 d'oxygène, chiffre très faible comparativement à l'hémoglobine, mais très semblable à celui fourni par le sang à hémocyanine d'*Helix pomatia* (Cuénot, *Etudes physiologiques sur les Gastéropodes Pulmonés*, Arch. de Biol., t. XII, 1892, p. 683).

quemment des divisions directes dans les grandes hématies, mais jamais de mitoses.

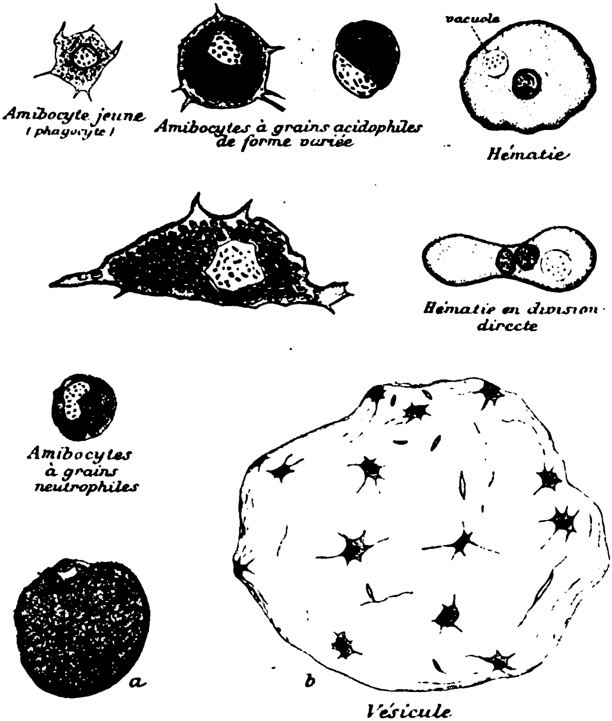


Fig. 181.

Corpuscules du liquide cœlomique (liquide fixé sur lame au sublimé et coloré par l'Hämalaun et la fuchsine acide). — *a*. Amibocyte de grande taille à grains neutrophiles ; × 680. — *b*. Vésicule de dimension moyenne ; × 340 ; tous les autres globules sont grossis 1250 fois.

2° *Amiboctyes*. — Les amibocytes ont des aspects très variés, qu'il n'est pas facile de rattacher les uns aux autres : 1° formes jeunes, dont le cytoplasme ne renferme

pas de granulations notables, douées à un haut degré de la propriété phagocytaire, et à réaction acide (virage au rouge saumon des grains de tournesol bleu ingérés) ; 2° formes plus évoluées, dont le cytoplasme est rempli de granulations *acidophiles* (ou éosinophiles), d'aspect et de taille variés ; quand les granulations sont très fines, les amibocytes ont encore un faible pouvoir phagocytaire, qu'ils perdent complètement en avançant en âge ; 3° amibocytes non phagocytaires, bourrés de grosses sphères non réfringentes, qui, au lieu de se colorer électivement par les couleurs d'aniline acides, prennent une teinte mixte avec prédominance des couleurs basiques : ce sont donc des grains *basophiles* ou plus exactement *neutrophiles*. — Je ne sais pas comment sont remplacés les amibocytes morts; je n'ai jamais vu de divisions nucléaires dans les globules jeunes, et jusqu'ici on ne connaît pas d'organe globuligène.

3° *Vésicules énigmatiques*. — Ces singuliers éléments sont des vésicules creuses, à contour un peu bosselé, qui mesurent jusqu'à 540 μ de diamètre ; sur leur mince paroi sont accolés intérieurement de petits noyaux entourés de cytoplasme étoilé et souvent de petits fuseaux incolores (cristalloïdes ?) ; la vésicule renferme un plasma liquide qui paraît beaucoup plus riche en albumine que le plasma cœlomique. Les vésicules doivent se développer dans le cœlome, car on en trouve de très petites, munies de un ou deux noyaux, alors que les grandes en ont un nombre considérable. Leur signification est tout à fait inconnue ; on en trouve toute l'année, aussi bien chez les mâles que chez les femelles, et elles paraissent manquer totalement (?) chez quelques individus.

4° *Produits génitaux.* — Pendant presque toute l'année, on trouve dans le cœlome les divers stades de développement des œufs ou des spermatozoïdes. J'en reparlerai à propos des organes génitaux.

Préparation histologique. — Pour l'étude des globules, fixer une goutte de liquide cœlomique par autant d'acide osmique 1 p. 100, ajouter du vert de méthyle et de la fuchsine acide, et examiner immédiatement. — On peut aussi faire de très bonnes préparations permanentes par le procédé suivant : une goutte de liquide cœlomique est déposée sur une lame de verre bien essuyée ; après quelques secondes, nécessaires pour assurer l'adhérence des globules, on plonge la lame dans un bain de sublimé (une demi-heure), on passe ensuite dans l'alcool iodé pour enlever le sublimé, et dans l'alcool propre pour enlever l'iode ; double coloration, avec le vert de méthyle ou l'Hämalaun comme couleur basique, l'éosine, la fuchsine acide, l'orange G ou le vert lumière comme colorants acides. On monte dans le baume.

Organes ciliés du péritoine. — Le liquide cœlomique, si chargé d'éléments, est brassé efficacement par les mouvements mêmes de l'animal, et aussi par un certain nombre de cellules *ad hoc*. Des cellules vibratiles, éparses sur le revêtement péritonéal, portent un bouquet de cils à mouvements extraordinairement vifs ; il y en a quelques-unes à la face interne de la peau, beaucoup vers le point d'attache des néphridies, sur l'intestin et le canal de Poli.

Des *organes ciliés* ou *urnes fixes* se rencontrent exclusivement sur la spire ascendante de l'intestin et sur le

mésentère qui la relie au muscle spiral (fig. 182); le tissu conjonctif sous-péritonéal se soulève et forme une sorte de bonnet, ouvert plus ou moins largement et saillant dans le cœlome, dont le bord libre est garni d'une grande cellule en fer à cheval, portant des cils vibratiles très longs

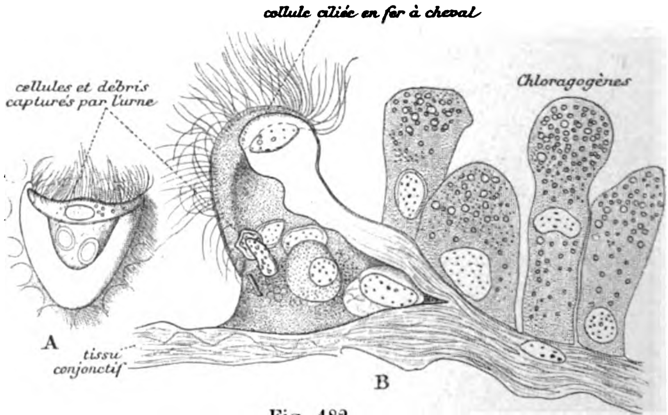


Fig. 182.

A. Urne ciliée vue d'en dessus, sur le vivant (mésentère de la spire ascendante) : × 280. — B. Coupe transverse de la spire ascendante, montrant une urne sectionnée sagittalement et des cellules chloragogènes (fixation au liquide de Flemming) : × 1250.

et très actifs qui semblent se rabattre vers l'intérieur du bonnet ; cette cellule a un noyau médian et toujours de petits granules jaunes dans son cytoplasme. Ces urnes fixes, extrêmement nombreuses dans la région d'élection, semblent avoir pour fonction de faciliter la phagocytose ; très souvent, leur cavité est plus ou moins comblée par un magma renfermant des hématies, des cellules en voie de destruction, etc. ; évidemment, les cils ont facilité l'agglomération de ces particules et ont contribué à en

débarrasser le liquide cœlomique. Quand on injecte dans le cœlome un corps solide (encre de Chine, etc.), on retrouve toujours sous les urnes une certaine quantité de grains d'encre attirés par les cils et agglomérés avec des phagocytes.

Description des organes excréteurs. — Le Phascolosome possède deux organes excréteurs, les néphridies et les chloragogènes, qu'on met facilement en évidence par la méthode des injections physiologiques. En perforant la peau avec une fine canule de Pravaz, on injecte dans le cœlome des solutions dans l'eau de mer de carminate d'ammoniaque, indigo-carmin, fuchsine acide, tournesol, etc., contenant une ou plusieurs de ces substances, et on dissèque l'animal un ou deux jours après. L'élimination ne se fait convenablement que si l'animal reste tout à fait bien portant.

Néphridies. — Les néphridies (fig. 178) sont deux [1] longs tubes sacciformes, de couleur brune, attachés à la paroi ventrale du corps par une extrémité seulement, où se trouvent très près l'un de l'autre le pavillon vibratile et l'orifice externe. Le pavillon est très largement ouvert et facile à voir en tirant la néphridie en arrière ; sa lèvre ventrale (fig. 183) est constituée simplement par l'épithélium péritonéal, devenu cylindrique et très vibratile ; la

[1] Très rarement, on trouve des individus qui ne possèdent qu'une seule néphridie, beaucoup plus grosse que d'habitude par compensation ; l'autre fait absolument défaut. Cette variation intéressante rappelle l'état fixé chez divers Sipunculiens qui ne possèdent à l'état normal qu'une seule néphridie (*Ochnesoma*, divers *Phascolion*, *Aspidosiphon tortus* Sel. et Bül.).

lèvre dorsale, en demi-cercle, est très vibratile sur sa face intérieure et beaucoup moins sur sa face externe. Au pavillon fait suite un canal assez long, également très vibratile, inclus dans la néphridie et débouchant largement dans celle-ci. Quand on ouvre une néphridie, on

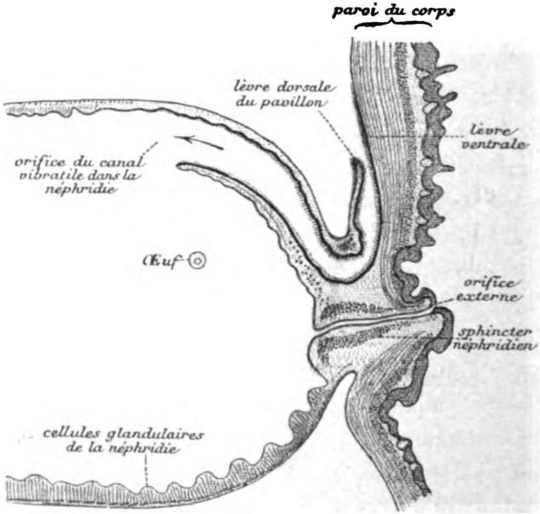


Fig. 183.
Coupe sagittale d'une néphridie : × 25.

voit à son intérieur des côtes saillantes qui convergent vers l'orifice externe, fermé à l'état normal et entouré d'un sphincter puissant.

La néphridie a une paroi assez épaisse constituée de dehors en dedans par l'épithélium péritonéal, renfermant beaucoup de cellules ciliées aux environs du pavillon ; d'une couche de tissu conjonctif avec fibres musculaires entre-croisées, et enfin de l'épithélium glandulaire, formé

de grandes cellules vibratiles, bourrées de sphères jaunes, produit d'excrétion dont on ne connaît pas la composition chimique. Dans les injections physiologiques, les néphridies éliminent l'indigo-carmin et la fuchsine acide, la couleur bleue ou rouge étant fixée sur les sphères jaunes ; la réaction de celles-ci est nettement acide, car la fuchsine conserve sa couleur (au lieu de devenir incolore comme en milieu alcalin). A la suite d'injections physiologiques, on voit se dessiner à la surface dorsale de la néphridie un triangle allongé, dont la base est du côté du pavillon et qui tranche sur le fond coloré par une teinte plus claire ; comme on n'observe pas de différenciation histologique à ce niveau, cette apparence doit tenir simplement à une moins grande activité des cellules de cette région[1].

Chloragogènes. — Les chloragogènes sont des cellules péritonéales excrétrices, auxquelles je donne ce nom pour rappeler leur homologie avec les chloragogènes des Annélides Chétopodes.

Lorsqu'on ouvre un Phascolosome injecté la veille de carminate d'ammoniaque, on voit immédiatement une vive teinte rouge (fig. 180) sur le mésentère qui relie l'intestin au muscle spiral, sur presque toute la surface de la spire ascendante jusque près de l'anus, et enfin sur l'œsophage jusqu'au moment où il devient spire descendante. Toutes les régions que je viens d'énumérer sont couvertes de cellules allongées (fig. 182), non vibratiles, dont le cytoplasme renferme des granules jaunâtres qui fixent active-

[1] Voir à ce sujet : Brumpt, *Quelques faits relatifs à l'histoire du Phascolion Strombi (Montagu)*. Arch. Zool. exp. (3), t. V, 1897, p. 483.

ment le carminate des injections physiologiques. Au bout de quelques jours, ces cellules sécrètent dans le cœlome, à la manière d'une cellule glandulaire quelconque, en détachant des boules remplies de granules, que l'on retrouve facilement soit libres, soit à l'intérieur des phagocytes. Il est extrêmement probable que les amas de granules jaunes que l'on trouve souvent dans les phagocytes du cœlome, ou accumulés dans le tissu conjonctif, sont les résidus de la digestion de ces chloragogènes détachés; ceux-ci ont été transformés en un pigment insoluble dont l'animal ne peut se débarrasser qu'en l'immobilisant dans le tissu conjonctif ou le rejetant au dehors par l'intermédiaire des néphridies. Les chloragogènes éliminent aussi le tournesol bleu qui vire au rouge dans la cellule; ils absorbent aussi, mais plus faiblement, l'indigo-carmin et la fuchsine acide.

Il existe encore une couche de chloragogènes, de structure un peu différente (fig. 177), à l'intérieur du canal de Poli (voir plus haut *Appareil tentaculaire*) ; comme pour le cœlome, il est probable qu'il faut attribuer à ces cellules l'origine des masses jaune d'ocre qui encombrent souvent l'extrémité du canal de Poli. J'ai pu colorer ces chloragogènes par une injection cœlomique de fuchsine acide; ils ont une réaction acide, comme les chloragogènes du péritoine.

Phagocytose. — Les éléments capables de phagocytose, mis en évidence par les injections physiologiques d'encre de Chine, sont assez nombreux chez le Phascolosome. D'abord, comme il est naturel, les stades jeunes des amibocytes, phagocytes actifs à réaction acide, que nous

avons vu englober et digérer les boules chloragogènes tombées dans le cœlome ; ensuite, des cellules auxquelles on ne s'attendrait pas à trouver cette propriété.

Quelques jours après injection d'encre de Chine finement broyée, si on débite les néphridies en coupes sériées, on trouve que toutes les cellules du canal vibratile qui mène du pavillon dans la néphridie sont littéralement bourrées de fins grains d'encre ; de plus, un grand nombre de cellules néphridiennes à sphères jaunes renferment aussi des grains noirs, mais plus ou moins suivant les endroits. Les régions à chloragogènes sont devenues d'un noir intense[1] (fig. 179), absolument comme elles sont d'un rouge vif après injection de carminate ; en effet, toutes les cellules chloragogènes se sont bourrées de fins grains d'encre, agglomérés à leur intérieur en sphères régulières. Ce qui est assez curieux, c'est que les cellules néphridiennes et chloragogènes ne peuvent capturer que des granulations très fines ; de plus, les chloragogènes ne semblent pas pouvoir absorber en même temps du carminate dissous et de l'encre solide ; quand on injecte un mélange des deux substances, elles se chargent presque exclusivement de carminate ; les grains d'encre et de carmin solide sont très rares à leur intérieur.

Quelle est la signification précise de cette propriété phagocytaire des chloragogènes ? A-t-elle un rôle dans la physiologie du Phascolosome ou est-ce une propriété fortuite ? C'est ce qu'il m'est impossible de décider.

[1] C'est M. Brumpt, préparateur à la Sorbonne, qui m'a signalé la coloration en noir intense de la spire ascendante, après injection cœlomique d'encre de Chine.

Description des organes génitaux. — Les organes génitaux, semblables dans les deux sexes, sont de petits amas cellulaires insérés au point d'attache des rétracteurs ventraux, dessinant une frange très ondulée (fig. 178). En

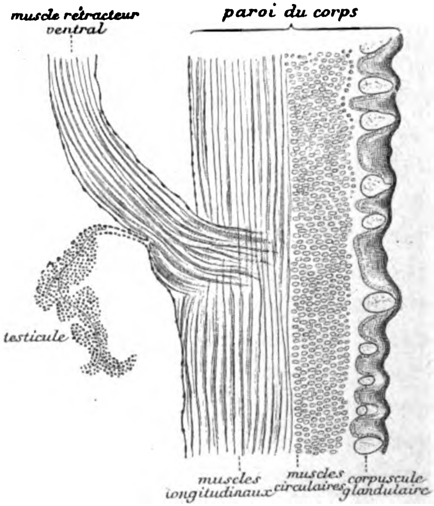


Fig. 184.

Coupe longitudinale parallèle au plan sagittal passant par un muscle rétracteur ventral et la frange génitale, Phascolosome ♂ (mois d'août). Préparation fixée au sublimé : × 52.

coupe (fig. 184), cette frange a un axe conjonctif très mince, sur lequel sont accumulées des assises de cellules sexuelles primitives, qui se multiplient par mitose, séparées par de petites cellules intercalaires, le tout recouvert de l'épithélium péritonéal aplati.

Les cellules génitales se détachent très tôt de l'organe formateur et tombent dans le cœlome, où elles poursuivent tout leur développement, mêlées aux nombreux globules

flottants. Les œufs encore fixés à l'ovaire mesurent 30 μ environ, et s'en séparent, soit isolément, soit par paquets, emportant avec eux les cellules péritonéales ou conjonctives qui les entouraient (fig. 185), le noyau renferme une quantité de petits karyosomes chromatiques. L'œuf adulte, de 180 μ environ de diamètre, n'a pas de follicule, mais

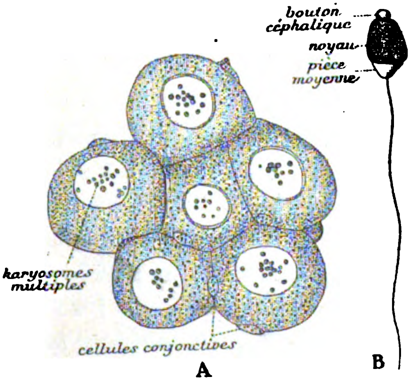


Fig. 185.
Cellules génitales libres dans le cœlome (liquide cœlomique fixé sur lame au sublimé et coloré).

A, paquet de jeunes œufs détaché de l'ovaire (mois de décembre), × 420. — B, spermatozoïde mûr (mois d'août).

une très épaisse membrane vitelline, à stries radiaires. Les spermatozoïdes ont un noyau tronconique, surmonté d'un bouton céphalique et suivi d'un segment moyen sur lequel s'attache la queue.

Les ovogonies et les spermatogonies se détachent des organes génitaux de septembre à décembre ; les œufs grossissent et les éléments mâles évoluent pendant six mois environ ; en juillet-août, les spermatozoïdes sont mûrs et la plupart des œufs ont atteint leur maximum de

taille. J'ai été témoin de la ponte fin août. Œufs ou spermatozoïdes passent dans les néphridies par le pavillon vibratile, y séjournent un temps très court, puis sont rejetés au dehors en nuage, sans qu'il y ait de rapprochement sexuel.

Forme larvaire. — Le développement du *Phascolosoma vulgare* n'est pas connu; il est probable qu'il doit être identique à celui du *Phascolosoma elongatum*, qui a été suivi en partie, sur des œufs fécondés artificiellement, par Selenka[1] : chez cette espèce, la segmentation inégale aboutit à une gastrula embolique, qui se transforme en une Trochophore nageuse ; celle-ci est munie d'une petite couronne ciliée préorale et d'une grande couronne postorale ; elle porte quelques cils au pôle supérieur et trois paires de soies isolées sur le corps ; au niveau de la bouche se développent de petits crochets qui deviendront sans doute les crochets post-buccaux de l'adulte.

Régénération. — On trouve assez rarement des Phascolosomes dont l'introvert est plus court que d'habitude et a une teinte plus claire ; ce sont sans doute des individus qui ont régénéré leur partie antérieure ; en effet, Bülow[2] a montré que le *Phascolosoma vulgare* était capable de régénérer, en trois à cinq semaines, jusqu'à 7 millimètres d'introvert sectionné, c'est-à-dire le cerveau, des muscles et l'appareil tentaculaire.

[1] Selenka. *Eifurchung und Larvenbildung von Phascolosoma elongatum Kef.* Zeit. für wiss. Zool., Bd. 25, 1875, p. 442.

[2] Bülow. *Ueber anscheinend freiwillige und künstliche Theilung mit nachfolgender Regeneration bei Cœlenteraten, Echinodermen und Würmern.* Biol. Centralblatt, Bd. 3, 1883, p. 14.

Commensaux et parasites. — Les *Phascolosoma vulgare* de Roscoff hébergent un certain nombre de commensaux et de parasites dont voici la liste :

Loxosoma phascolosomatum Carl Vogt : Endoprocte, toujours de nombreux individus fixés sur la peau, mais surtout nombreux sur la zone granuleuse postérieure (*Arch. Zool. exp.*, 1re série, t. V, 1876).

Turbellarié Rhabdocèle, non encore décrit : de un à trois individus dans l'intestin, presque chez tous les Phascolosomes.

Cercaire de *Distomum leptosomum* Creplin : cette Cercaire, très facile à reconnaître à sa couronne d'uncini autour de l'extrémité orale, est très fréquemment enkystée dans le canal de Poli ; elle se rencontre, d'ailleurs, chez divers animaux vivant dans le sable (*Arenicola marina* L., *Synapta inhœrens* Müll., *Scrobicularia tenuis*). L'adulte vit dans l'intestin d'Échassiers de plages sableuses (voy. Cuénot, *Revue biol. du Nord,* t. V, 1892, p. 8).

Cercaria capriciosa Cuénot : cette Cercaire, caractérisée par ses grandes ventouses, est souvent enkystée dans la région céphalique, parfois à l'intérieur même du cerveau ; elle se rencontre aussi chez d'autres animaux de la grève, Ophiures, Synaptes et Mysis. On ne sait pas quel est le Distome adulte correspondant à cette Cercaire (voy. Cuénot, *Revue biol. du Nord*, t. V, 1892, p. 9).

Grégarine, non encore décrite : très nombreux individus dans la spire descendante de l'intestin ; ce sont des Monocystidés allongés, rectilignes ou courbés en arc, mesurant jusqu'à 580 μ de long ; je n'ai jamais trouvé de kystes. Je ne sais si c'est à cette forme que se rapporte l'observation de Labbé (*Bull. Soc. Zool. de France*, t. XXII, 1897, p. 97),

qui signale dans le cœlome des Phascolosomes des sporozoïtes errants de *Gonospora phascolosomæ* Labbé.

J'ai vu une fois une grosse Grégarine oviforme, enkystée dans un des muscles rétracteurs de l'introvert.

Cryptochilum Cuenoti Florentin : Infusoire holotriche, toujours très abondant dans l'œsophage, depuis la bouche jusqu'au début de la spire descendante ; c'est un Infusoire très plat, de 152 μ environ de long, avec une extrémité effilée, et l'autre arrondie ; un gros macronucleus arrondi à peu près dans le milieu du corps, et trois ou quatre micronucleus. (Florentin, *Bull. Sc. France et Belgique*, t. XXXI. 1898, p. 151.)

Différentes méthodes recommandées pour l'étude du Phascolosome. — Pour obtenir des Phascolosomes complètement étendus, on les place dans un cristallisoir rempli d'eau de mer, à laquelle on ajoute lentement, soit de l'alcool à 70°, soit du chlorhydrate de cocaïne ; au bout de quelques heures, ils sont étalés et suffisamment anesthésiés pour qu'on puisse les fixer *in toto* par le sublimé ou l'alcool fort. On obtient de très bonnes fixations histologiques par le sublimé ou le liquide de Flemming ; l'acide osmique 1 p. 100 donne aussi des résultats satisfaisants pour les corpuscules de la peau.

VERS

Malgré la séparation établie plus haut entre les Vermidiens et les Vers, ce dernier groupe reste cependant l'un des plus chargés. Aussi quelques auteurs modernes subdivisent-ils encore le groupe des Vers en deux embranchements, d'une part les Vers plats ou Platodes, d'autre part les Vers proprement dits.

Les Platodes sont caractérisés par la présence de trois feuillets bien distincts, ectoderme, mésoderme et endoderme. La cavité du corps est creusée dans l'intérieur du mésoderme, le système nerveux est spécialisé, et comme caractère différentiel avec les cœlenterés, nous trouvons un système vasculaire et excréteur distinct du tube digestif qui présente une bouche et un anus.

Comme les Platodes, les Vers proprement dits sont des animaux à symétrie bilatérale et ils ont un système nerveux hautement différencié; leurs organes excréteurs sont représentés par des organes segmentaires ou néphridies disposés par paires et qui sont chargés, d'ordinaire, d'évacuer les produits génitaux.

Ils possèdent un système circulatoire.

Enfin comme caractère différentiel avec les Arthropodes, ils n'ont pas d'appendices articulés le long de la paroi du corps.

Les formes inférieures offrant un intérêt considérable ont été particulièrement développées dans la Zoologie descriptive. Parmi les Vers plats on trouvera une série de monographies se rapportant aux Trématodes, aux Turbellariés ainsi qu'aux Nemathelminthes.

Nous avons dû laisser de côté, pour maintenir la publication dans des limites raisonnables, les Cestodes, les Némertiens et les Oligochètes.

CHAPITRE XV

TRÉMATODES

Par J. POIRIER
Professeur de zoologie à l'Université de Clermont.

DISTOME

Le Distomum clavatum (Arch. Menzies).

Synonymie. — Le *Distomum clavatum* (fig. 186 δ) est un Trématode indigène. Il a été décrit pour la première fois en 1730, par Garsin sous le nom d'*Hirudella*, puis en 1790 par Archibald Menzies sous le nom de *Fasciola clavata ;* en 1809 Rudolphi le nomme *Distomum clavatum.*

Habitat. — Ce Distome endoparasite habite surtout l'intestin de la Bonite (*Thymus pelamys*) ; il a été rencontré exceptionnellement en liberté dans la mer des Sargasses.

Description extérieure. — Le corps de l'animal se divise nettement en deux régions : le corps proprement dit et le cou.

Le corps musculeux, long de 3 centimètres, est à peu près cylindrique jusque vers sa partie postérieure où il se renfle brusquement et prend une forme sphérique d'un diamètre de 9 millimètres. A sa partie antérieure, le corps

présente une ventouse assez large, la ventouse ventrale, derrière laquelle s'élève le cou légèrement arqué et dirigé en arrière. Le cou, long de 9 millimètres, présente une face ventrale plane ou un peu concave et une face dorsale convexe. Il se termine en avant par la ventouse buccale, dont l'ouverture, la bouche, tournée vers la face ventrale, est à peu près circulaire et d'un diamètre de 1 millimètre. L'orifice du cloaque génital est situé sur la face ventrale du cou à une distance de 3 millimètres de la bouche.

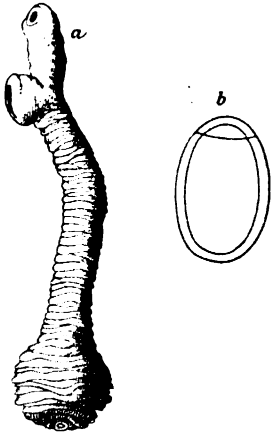


Fig. 186.
Distomum clavatum, vu de profil.

La partie cylindrique du corps, ainsi que sa partie terminale sphérique présentent de nombreux sillons transversaux, devenant très rapprochés les uns des autres vers la partie postérieure, où ils forment une série de cercles concentriques autour de l'orifice très net de l'appareil excréteur.

Sur le cou on n'aperçoit que de faibles traces de stries transverses.

Les œufs sont elliptiques, bruns et d'une longueur de 32 μ sur une largeur de 22 μ (fig. 186, *b*).

Description des téguments. — Les téguments, très épais chez le *Distomum clavatum*, se composent d'une cuticule, d'une couche sous-cuticulaire, de couches musculaires et de couches cellulaires (fig. 187, 8 et 9).

Préparation anatomique. — Elle ne peut se faire qu'au moyen de coupes.

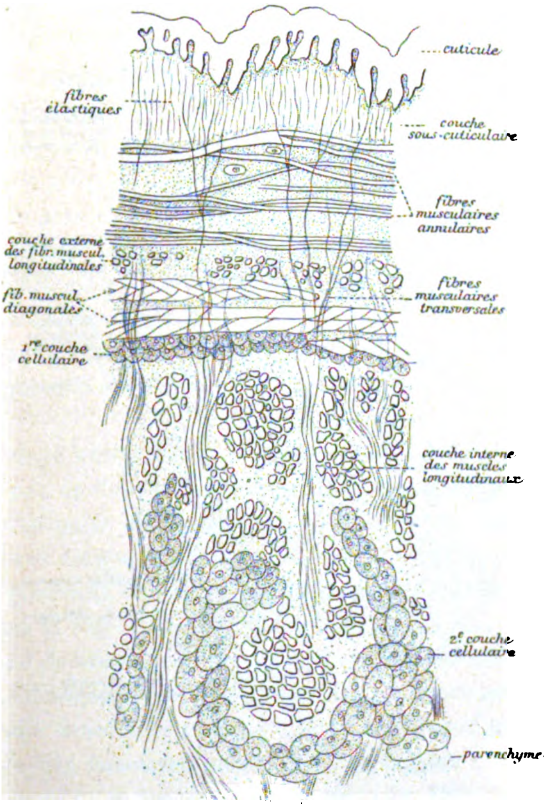


Fig. 187.
Téguments du Distomum clavatum.
Coupe transversale dans la région du cou.

Histologie. — LA CUTICULE. — Elle forme une membrane sans structure très épaisse, présentant à sa surface

interne, surtout dans le cou, de nombreuses saillies coniques, points d'attache des fibres musculaires, surtout des fibres dorso-ventrales. Dans son épaisseur se trouvent

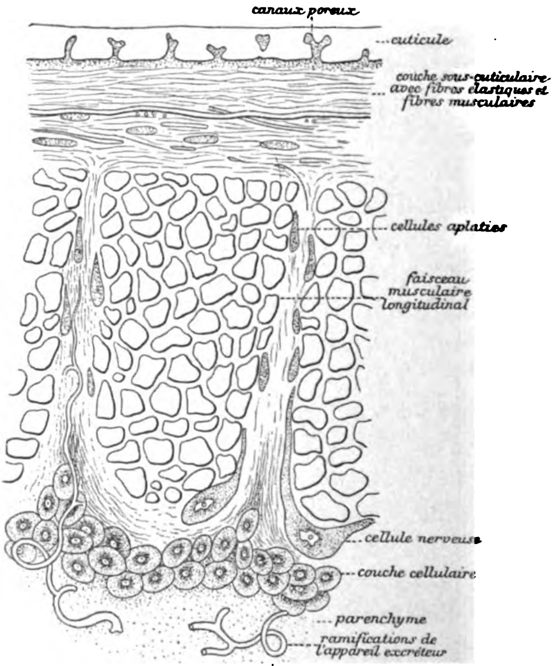


Fig. 188.
Téguments du Distomum clavatum.
Coupe transversale.

de nombreux et fins canaux dans lesquels pénètre la couche sous-cuticulaire.

Couche sous-cuticulaire. — Finement granuleuse dans sa partie externe recouverte par la cuticule, elle est presque

entièrement formée de fibres élastiques très fines, s'entre-croisant en tous sens. Dans la région du cou, on aperçoit en outre, dans sa partie profonde, de nombreuses fibres musculaires circulaires, en général isolées et des cellules finement granuleuses allongées, parfois rubanées, surtout abondantes chez les jeunes individus; elles donnent naissance aux fibres musculaires ; plus elles s'allongent, plus leurs parois s'épaississent et le protoplasma se réduisant de plus en plus semble se condenser dans l'axe de la fibre produite. Dans cette région du cou, cette couche sous-cuticulaire est également traversée par de nombreuses fibres dorso-ventrales.

Dans la région du corps, toutes ces fibres musculaires font presque entièrement défaut.

Couches musculaires. — Dans le cou, on rencontre une zone peu épaisse de fibres circulaires, une zone de fibres longitudinales disposées en petits faisceaux, une couche de fibres diagonales et enfin une couche très puissante de gros faisceaux de fibres longitudinales (fig. 187).

Dans la région du corps, il n'existe plus que la couche interne de fibres longitudinales. Cette couche qui a pris un grand développement est formée de gros faisceaux séparés par une lame très mince de tissu conjonctif granuleux. Contre ces faisceaux on trouve, appliquées çà et là, de grosses cellules nerveuses bipolaires (fig. 188).

Couches cellulaires. — Dans la région du cou, on trouve deux couches cellulaires (fig. 187) : une externe appliquée à la face interne de la couche de fibres diagonales et une interne séparant la couche des gros faisceaux longitudi-

naux du parenchyme du corps. Dans le corps proprement

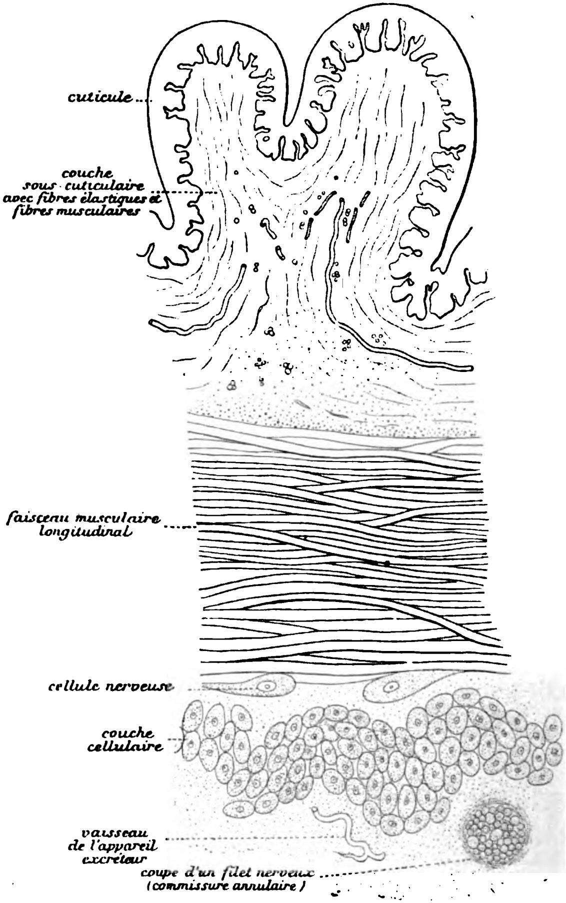


Fig. 189.
Téguments du Distomum clavatum.
Coupe longitudinale.

dit, il ne reste plus que cette couche cellulaire interne

(fig. 189). Ces couches cellulaires sont formées de grosses cellules ovoïdes disposées en plusieurs assises peu pressées les unes contre les autres et s'engageant entre les gros faisceaux musculaires longitudinaux.

Description des ventouses. — Les deux ventouses, organes essentiellement musculaires, sont des dépendances des téguments.

VENTOUSE ORALE. — D'une forme presque sphérique, elle

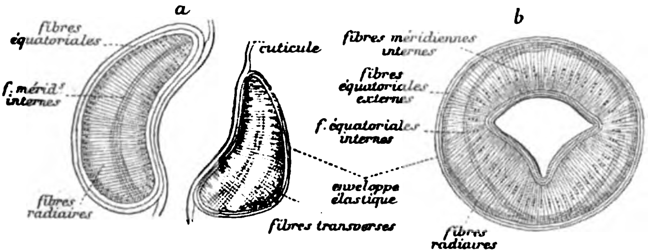


Fig. 190.
La ventouse orale du Distomum clavatum.
a, coupe sagittale. — *b*, coupe transversale.

est traversée d'une cavité dont l'orifice externe fonctionne comme bouche et dont l'orifice interne communique avec le pharynx (fig. 190).

VENTOUSE VENTRALE. — Très grosse, elle a la forme d'un hémisphère creux très irrégulier à pôle aplati. Son orifice présente une lèvre postérieure plus développée que la lèvre antérieure. La cavité est dirigée en arrière (fig. 191).

Préparation anatomique. — La forme extérieure se voit facilement par une simple dissection, mais la struc-

ture ne peut se reconnaître qu'au moyen de coupes longitudinales et transversales.

Histologie. — Les cavités des deux ventouses sont tapissées par une couche de cuticule, continuation de la cuticule des téguments. Toute leur masse est entourée,

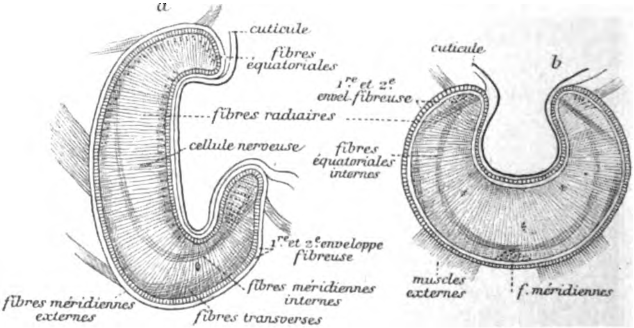


Fig. 191.
La ventouse ventrale du Distomum clavatum.
a, coupe sagittale. — *b*, coupe transversale.

aussi bien sur les faces externes que sur les faces internes, de deux couches continues de fibres élastiques, aplaties, rubanées, de direction méridienne dans la couche externe et de direction équatoriale dans la couche interne.

Les fibres musculaires radiaires forment la partie principale des ventouses. Il s'y ajoute des faisceaux de fibres méridiennes, équatoriales et transverses, surtout bien développées dans la ventouse ventrale (fig. 190, 191).

Parenchyme. — Le parenchyme enveloppe étroitement les divers organes sans présenter de lacunes. Il est formé d'une substance conjonctive finement granuleuse présen-

tant çà et là quelques noyaux, mais sans aucune trace de cellules au moins chez les individus adultes.

Description de l'appareil digestif du Distomum clavatum. — L'appareil digestif comprend la cavité buccale, le pharynx, l'œsophage et les deux branches intestinales (fig. 193).

Cavité buccale. — La cavité buccale n'est autre que la cavité de la ventouse orale que nous avons déjà décrite, et dont l'orifice externe sert de bouche.

Pharynx. — Le pharynx, masse musculaire ovoïde, fait légèrement saillie dans la cavité de la ventouse orale et y débouche par une fente allongée, de direction dorso-ventrale et présente ainsi deux lèvres susceptibles de se rapprocher ou de s'éloigner pour fermer ou ouvrir l'entrée du tube digestif.

A son extrémité postérieure le pharynx se continue par l'œsophage avec lequel il communique par une ouverture également linéaire bilabiée.

Œsophage. — C'est un canal très court aussi large que long.

Branches intestinales. — Après avoir pris naissance à l'extrémité de l'œsophage et un peu latéralement, elles forment un diverticulum très large dirigé en avant jusqu'au niveau de la première moitié supérieure du pharynx. Chacune des branches se dirige ensuite en arrière et se termine en cœcum près de l'extrémité postérieure du corps.

La surface interne est divisée par de nombreuses cloisons incomplètes et par un réseau de côtes ondulées, en compartiments et en loges de formes irrégulières augmentant de beaucoup la surface d'absorption.

Préparation anatomique. — On ouvre les téguments suivant la ligne médiane dorsale, après avoir injecté le tube digestif par la ventouse orale, ou mieux par une des branches intestinales. L'injection est souvent inutile, les matières contenues dans l'intestin ayant parfois une coloration noirâtre et remplaçant ainsi la masse colorée de l'injection.

Histologie. — La structure histologique du pharynx, organe essentiellement musculaire, rappelle celle des ventouses. Sa cavité est tapissée de cuticule et la masse musculaire est également entourée de deux enveloppes élastiques.

Les muscles radiaires sont très abondants, les fibres équatoriales ne forment qu'une mince couche sur la surface externe ; cette couche s'épaissit cependant un peu vers les orifices antérieur et postérieur.

L'œsophage présente également une couche interne assez épaisse de cuticule. Cette cuticule est entourée d'une couche de fibres annulaires et d'une couche de fibres longitudinales.

Les branches intestinales présentent à leur intérieur un véritable endothélium, dont les cellules, dans le diverticule antérieur, sont presque aussi larges que hautes et fortement pressées les unes contre les autres (fig. 192), tandis que, dans les branches intestinales proprement dites,

(fig. 192, *b*) ces cellules très étroites, mais très longues, en forme de filaments, ne sont réunies entre elles qu'à leur base. L'endothélium est entouré d'une couche de tissu conjonctif, qui ne diffère de celui du parenchyme du corps que par ses granulations plus nombreuses et qui renferme des fibres musculaires circulaires et longitudinales disposées assez irrégulièrement.

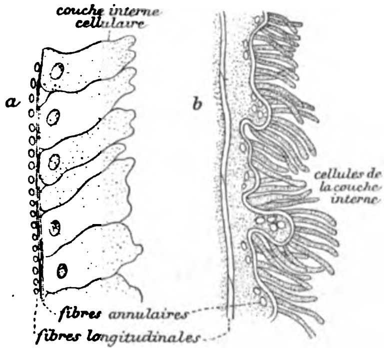


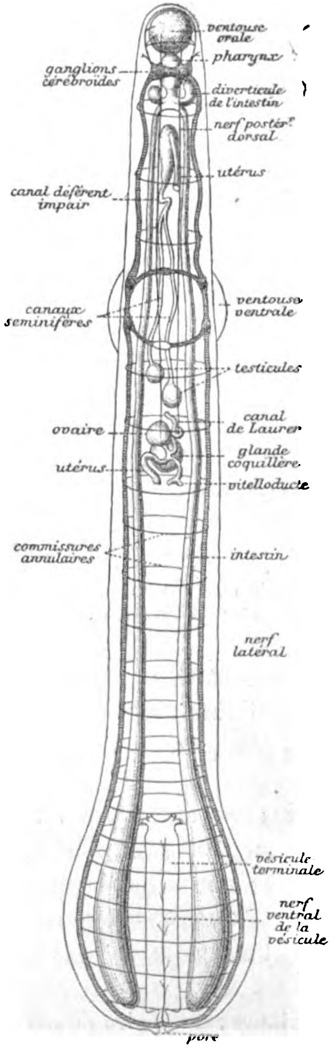
Fig. 192.
Histologie du tube digestif du Distomum clavatum.

Description du système nerveux. — Le système nerveux comprend les ganglions cérébroïdes et les nerfs (fig. 193).

Ganglions cérébroïdes. — Ce sont deux gros ganglions réunis par une large commissure assez courte et situés sur la partie antérieure du pharynx.

Nerfs. — 1° Deux paires de nerfs antérieurs : une interne partant du sommet des ganglions cérébroïdes et pénétrant dans la ventouse orale ; une externe partant du bord latéral des ganglions. Ces nerfs contournent la ventouse orale et se réunissent entre eux en avant de cette ventouse.

2° Deux paires de nerfs postérieurs : une paire de nerfs internes ou dorsaux. Ces nerfs, qui correspondent aux



nerfs antérieurs internes, s'étendent en arrière sous les téguments dorsaux jusque dans la région des glandes génitales femelles où ils disparaissent. Une paire de nerfs externes ou latéraux. Ces nerfs latéraux très gros s'étendent latéralement et un peu ventralement jusqu'à l'extrémité postérieure du corps, où ils se réunissent. Du point de réunion part un nerf qui remonte le long de la face ventrale de la vésicule terminale de l'appareil excréteur, c'est le nerf de la vésicule.

De leur point d'origine, ces nerfs envoient un filet nerveux au pharynx. Sur tout leur trajet ils sont réunis par des commissures annulaires. Au niveau de la ventouse ventrale, ils présentent un renflement ganglionnaire double (fig. 194). Ces renflements sont réunis

Fig. 193. — Système nerveux, tube digestif et appareil génital du Distomum clavatum.

par une commissure antérieure présentant un petit ganglion en son milieu et par une commissure postérieure dédoublée dans sa partie médiane.

Préparation anatomique. — Dégager les ganglions cérébroïdes et de là suivre les nerfs qui en portent.

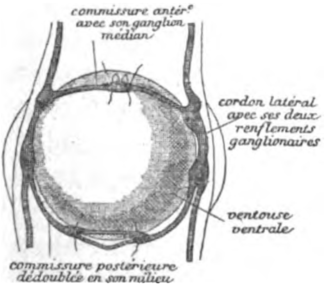


Fig. 194.
Nerfs et ganglions de la ventouse ventrale du Distomum clavatum.

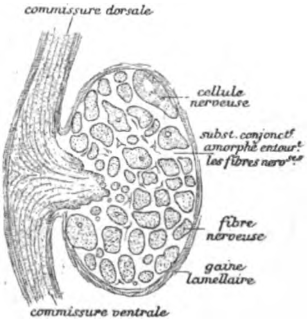


Fig. 195.
Coupe histologique d'un nerf du Distomum clavatum.

Histologie. — Tout le système nerveux, ganglions et nerfs, est entouré d'une gaine épaisse de substance conjonctive lamellaire. Les deux lobes du cerveau sont très riches, surtout à leur surface, en cellules nerveuses plongées dans une masse finement granuleuse.

Chaque nerf est formé d'une substance homogène résistante entourant les fibres nerveuses; ce qui donne à la coupe transversale un aspect réticulé particulier (fig. 195).

Description de l'appareil excréteur. — Il se compose d'une vésicule terminale et de canaux qui en partent (fig. 196).

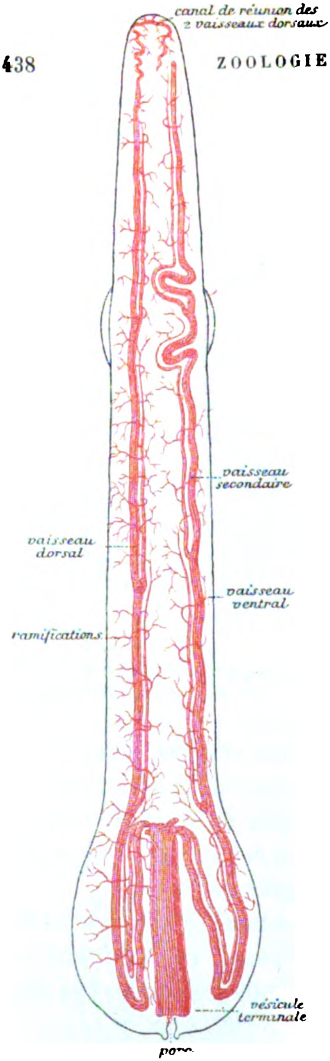


Fig. 196.
Appareil excréteur du Distomum clavatum.

Vésicule terminale. — Elle a la forme d'un sac allongé, fortement aplati dans le sens transversal et s'ouvre au dehors à l'extrémité postérieure du corps par un pore très net entouré d'un sphincter musculaire très puissant.

Canaux. — De l'extrémité antérieure de la vésicule partent quatre canaux principaux, deux dorsaux et deux ventraux.

Les canaux dorsaux prennent naissance de chaque côté de l'extrémité antérieure et dorsale de la vésicule. Ils se dirigent d'abord en arrière jusqu'à l'extrémité du corps, puis se recourbent, reviennent sur leur premier trajet et se continuent presque en droite ligne jusque vers l'extrémité antérieure du corps en restant plus rapprochés de la ligne médiane que des faces latérales. Au niveau du pharynx, ils s'écartent de la ligne médiane, contournent

la ventouse orale et se réunissent en avant de celle-ci par une anse transversale.

Les canaux ventraux prennent également naissance à l'extrémité antérieure de la vésicule, mais à sa face ventrale. Ils commencent également par se diriger en arrière pour remonter ensuite vers l'extrémité antérieure du corps. Très sinueux, ils sont situés latéralement au-dessous du tube digestif. En arrière et en avant de la ventouse ventrale, ils forment chacun une anse très forte, et les anses de droite et de gauche arrivent presque en contact dans le plan médian. Au delà de la ventouse ils continuent leur marche sinueuse et se terminent en cæcum près de la ventouse orale.

Ces canaux dorsaux et ventraux émettent sur leur face interne un certain nombre de canaux secondaires qui produisent les ramifications si nombreuses de l'appareil excréteur. Ces ramifications de plus en plus fines parcourent tout le parenchyme du corps et aboutissent aux entonnoirs terminaux (fig. 197, *c*).

Préparation anatomique. — Les gros vaisseaux peuvent s'injecter par la vésicule ; les dernières ramifications doivent être étudiées au moyen de coupes.

Histologie. — Les parois de la vésicule sont formées d'une membrane interne très mince, sans structure et d'une couche externe de fibres annulaires.

Celles des gros vaisseaux sont minces, peu résistantes et présentent une série d'épaississement, transverses et longitudinaux formant une série de cadres rectangulaires disposés très régulièrement (fig. 197, *a*).

Les parois des vaisseaux secondaires ont une structure toute différente ; elles sont épaisses et formées d'une couche interne sans structure et d'une couche externe musculaire à fibres longitudinales (fig. 197, *b*).

Dans les ramifications nées de ces vaisseaux secondaires les premières, les plus grosses ont à peu près la même

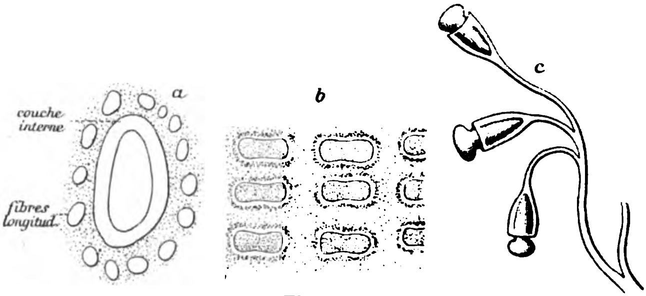


Fig. 197.
Détails histologiques de l'appareil excréteur.
a, paroi d'un gros vaisseau. — *b*, coupe d'un vaisseau secondaire.
c, entonnoirs terminaux.

structure, mais en même temps que le diamètre de ces vaisseaux diminue, le nombre des fibres longitudinales diminue également et finalement elles disparaissent dans les plus fines branches, dont les parois ne sont plus formées que par la couche interne sans structure.

Description de l'appareil génital. — Comme presque tous les Trématodes, le Distomum clavatum est hermaphrodite et son appareil génital comprend le cloaque, l'appareil génital mâle et l'appareil génital femelle (fig. 193).

Cloaque. — Il forme une cavité à peu près cylindrique,

plus large au fond qu'à l'entrée et dirigée très obliquement d'avant en arrière, presque parallèlement à la face ventrale du cou.

Du fond du cloaque s'élève une colonne musculaire légèrement conique, le cône cloacal, qui est traversé par les canaux excréteurs des organes génitaux, l'orifice mâle se trouve au sommet même du cône et l'orifice femelle. plus bas, sur la face postérieure.

Appareil génital male. — Il comprend deux testicules, deux canaux séminifères et un canal déférent impair.

Testicules. — Ce sont deux masses ovoïdes, presque sphériques, placées immédiatement l'une en avant de l'autre, presque dans le plan médian et situées entre la ventouse ventrale et l'ovaire.

Canaux séminifères. — Partant des testicules, ils se dirigent en avant presque en ligne droite et très près de la face ventrale. Au delà de la ventouse ventrale ils se rapprochent peu à peu du plan médian et finissent par se réunir en un canal déférent impair.

Canal déférent impair. — Ce canal d'un diamètre beaucoup plus grand que celui des canaux séminifères qui lui ont donné naissance ne se dirige pas en droite ligne vers l'orifice génital mâle, mais décrit plusieurs sinuosités en se rapprochant alternativement de la face dorsale et de la face ventrale ; il pénètre finalement dans le cône cloacal et va déboucher à son sommet.

Préparation anatomique. — Fendre sur la ligne médiane dorsale, les téguments de la région du cou et

en arrière de la ventouse ventrale, ceux de la région du corps, sur une longueur égale à celle du cou.

Histologie. — Chaque testicule est entouré d'une enveloppe mince très délicate, composée elle-même de deux couches, l'une interne homogène sans structure et une externe musculaire présentant quelques fibres transversales et de nombreuses fibres longitudinales. Le contenu du testicule est formé de cellules mères de spermatozoïdes et de spermatozoïdes à divers états de développement.

Canaux séminifères. — Ces canaux d'un très faible diamètre, 20 μ, ont des parois relativement épaisses et formées de deux couches, une interne sans structure, élastique et une externe, plus mince, renfermant des fibres longitudinales.

Canal déférent impair. — D'après sa structure, il peut être divisé en trois régions : la première la plus large a des parois formées d'une mince couche interne sans structure, élastique, et d'une couche externe musculaire formée de nombreuses fibres annulaires. Cette première partie renfermant une masse énorme de spermatozoïdes forme le *réceptacle séminal.*

La deuxième partie beaucoup plus étroite présente des parois d'une toute autre structure (fig. 198) ; d'abord une couche cellulaire interne formée de cellules étroites faiblement unies entre elles, puis une mince couche de fibres annulaires, une mince couche de fibres longitudinales et enfin une couche externe de cellules glandulaires dont les fins canaux excréteurs débouchent dans le canal

déférent. Cette deuxième région glandulaire forme le *canal prostatique.*

Au moment de pénétrer dans la masse musculaire du fond du cloaque, les dimensions et la structure du canal changent encore fig. (198); la couche glandulaire externe disparaît entièrement, la couche cellulaire interne est remplacée par une couche cuticulaire qui se continue à l'orifice génital mâle, avec la cuticule qui entoure le cône cloacal, enfin l'enveloppe musculaire double ne forme plus qu'une couche formée de nombreuses fibres annulaires. Cette troisième partie du canal déférent impair forme le *canal éjaculateur.*

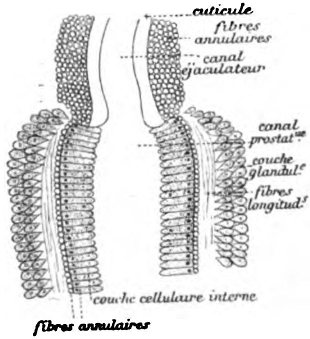


Fig. 198.
Coupe du canal prostatique du Distomum clavatum.

Appareil génital femelle. — Il comprend un ovaire, deux glandes vitellogènes, une glande coquillère, un oviducte, des vitelloductes, un utérus et un canal de Laurer (fig. 193 et 199).

Ovaire. — Glande à peu près sphérique, dans le plan médian du corps, en arrière des testicules.

Glandes vitellogènes. — Chacune d'elles est formée de tubes contournés et anastomosés formant un réseau très compliqué à la surface de chaque branche de l'intestin depuis la région des testicules jusqu'au commencement

du renflement sphérique qui termine le corps du distome.

Glande coquillère. — Glande en forme de rein et dont le hile, point d'entrée de l'oviducte, est tourné en avant vers la face dorsale. Elle est située un peu en arrière et au-dessous de l'ovaire.

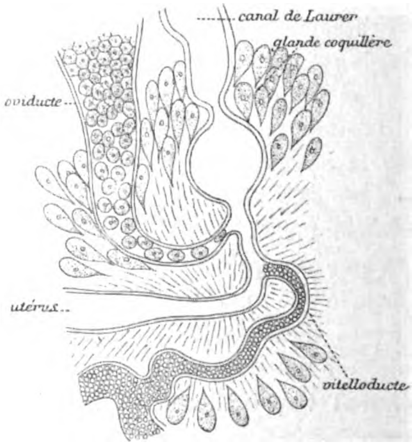


Fig. 199.
Appareil génital ♀ du Distomum clavatum.

Oviducte. — Ce canal excréteur de l'ovaire est court ; d'abord très large, il diminue rapidement de diamètre, d'où sa forme en entonnoir. Il se dirige obliquement en arrière vers la face ventrale et pénètre dans la glande coquillère ; là, il se recourbe et va s'unir au vitelloducte impair.

Vitelloductes. — Chaque vitellogène déverse son produit dans un canal longitudinal à trajet ondulé.

Chacun de ces canaux, les vitelloductes latéraux, émet, au niveau de l'ovaire, une branche transverse. Ces deux branches se réunissent un peu au-dessous de la glande coquillère en formant un petit réservoir, d'où part un vitelloducte impair qui pénètre à l'intérieur de la glande coquillère pour s'unir à l'oviducte.

Utérus. — L'utérus formé par la réunion de l'oviducte et du vitelloducte impair, décrit à l'intérieur de la glande coquillère quelques sinuosités, puis il en sort en se dirigeant en arrière et décrivant de nombreuses circonvolutions comprises entre les branches intestinales. Arrivé près de l'extrémité postérieure du corps, il se recourbe, remonte toujours très sinueux jusqu'au niveau du bord postérieur de la ventouse ventrale ; à partir de ce point, il monte en droite ligne à peu près dans le plan médian, pénètre dans le cloaque et va déboucher au dehors sur la face postérieure du cône cloacal.

Canal de Laurer. — Il prend naissance sur l'oviducte un peu avant sa réunion avec le vitelloducte impair. D'abord cylindrique, il s'élargit bientôt brusquement, en formant une sorte de chambre ellipsoïdale qui se continue par un canal de nouveau cylindrique. Celui-ci sort de la glande coquillère près de son hile, et sinueux se dirige vers la face dorsale sur laquelle il débouche au dehors dans le plan médian.

Préparation anatomique. — Comme pour l'appareil génital mâle.

Histologie. — Ovaire. — Les parois sont formées

d'une fine membrane élastique et d'une couche de tissu conjonctif dense, fibrillaire qui passe insensiblement au tissu conjonctif formant le parenchyme du corps. La masse même de l'ovaire est uniquement formée d'ovules inégalement développés et fortement pressés les uns contre les autres.

Vitellogènes. — Les tubes glandulaires qui forment les glandes vitellogènes ont des parois formées de cellules dont le protoplasma granuleux renferme des globules très réfringents d'un jaune verdâtre, les corpuscules du vitellus, qui sont mis en liberté par déchirure des parois des cellules mères et remplissent le canal de la glande et les vitelloductes.

Glande coquillère. — Elle est formée par un grand nombre de grosses cellules glandulaires ovoïdes, à gros noyau ; leurs canaux excréteurs, très fins et très longs, vont déboucher isolément dans la partie de l'utérus située dans la glande coquillère (fig. 199).

Oviducte. — Les parois de l'oviducte ne sont que la continuation de l'enveloppe de l'ovaire, s'épaississant peu à peu, jusqu'à atteindre une épaisseur presque égale au diamètre de la lumière du canal.

Utérus. — Les parois de la partie de l'utérus renfermée dans la glande coquillère se composent d'une membrane interne, élastique, homogène, perforée d'une multitude de petits pores, orifices des canaux excréteurs des cellules glandulaires de la glande coquillère et d'une enveloppe externe formée de fines fibres annulaires.

En dehors de la glande coquillère, les parois de l'utérus présentent dans sa partie sinueuse une couche interne également homogène et élastique, mais non persillée, une enveloppe externe également musculaire, mais formée de deux couches, une interne à fibres annulaires, une externe à fibres longitudinales.

L'épaisseur de ces couches est variable comme le diamètre de l'utérus, qui dépend du plus ou moins grand nombre d'œufs qu'il renferme. Dans la partie de l'utérus qui se dirige en droite ligne vers le cloaque et qui commence au niveau de la ventouse ventrale, les parois présentent une toute autre structure : la couche interne est devenue cellulaire, les couches musculaires persistent et deviennent même plus fortes, et en outre il apparaît une nouvelle couche formée de petites cellules allongées, pressées les unes contre les autres. Ce sont des cellules glandulaires qui déversent leur contenu dans l'utérus.

Dans la partie terminale de l'utérus située dans le cône cloacal, nouvelle modification des parois ; la couche interne est une couche de cuticule en continuation avec celle des parois du cloaque ; les cellules glandulaires externes disparaissent et il ne reste que les deux couches de fibres musculaires.

Canal de Laurer. — Ses parois sont formées d'un véritable cuticule et d'une couche granuleuse externe renfermant des fibres annulaires.

Formes larvaires des distomes. — De l'œuf sort un embryon cilié, le Myracidium (fig. 200). Celui-ci pénètre le plus souvent, dans un mollusque, s'y transforme en

sporocyste (fig. 200, *b*). Dans le sporocyste se développent par bourgeonnement interne, soit des Rédies (fig. 200, *c*) qui produiront à leur intérieur des Cercaires (fig. 200, *d*), soit directement des Cercaires.

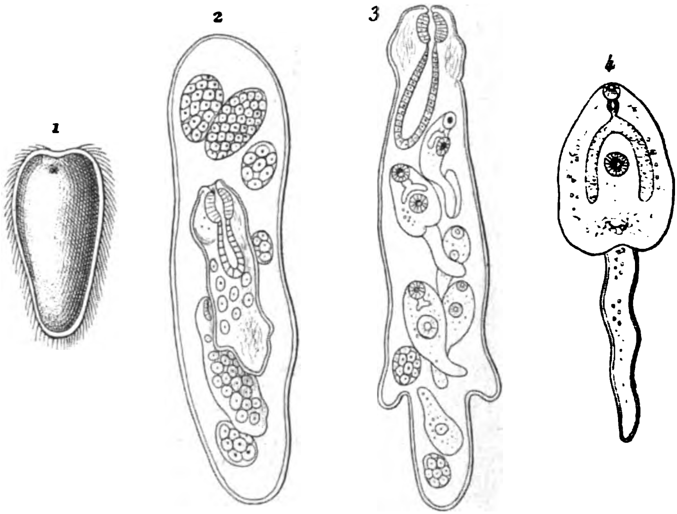


Fig. 200.
Formes larvaires des Distomes.

1, myracidium. — 2, sporocyste avec rédies. — 3, rédies avec cercaires. 4, cercaire.

Les Cercaires arrivées dans l'hôte définitif se transforment en individus adultes.

Méthodes à employer pour l'étude du distome. — Tuer dans de l'alcool faible, les animaux à disséquer. Employer de l'alcool fort pour les individus dont on veut faire l'histologie.

CHAPITRE XVI

RHABDOCŒLES

Par Paul HALLEZ

Professeur de zoologie à l'Université de Lille.

LE GYRATOR NOTOPS DUGÈS

SYNONYMIE. — *Derostoma notops*, DUGÈS, 1828. — *Gyratrix hermaphroditus*, EHRENBERGH, 1831. — *Gyrator hermaphroditus,* EHRENBERGH, 1835. — *Prostoma lineare*, ŒRSTED, 1843. — *Prostomun furiosum*, SCHMIDT, 1858. — *Gyrator furiosus*, DIESING, 1862. — *Turbella notops*, DIESING, 1862. — *Prostomum banaticum*, GRAFF, 1875. — *Gyrator banaticus*, JENSEN, 1878. — *Gyrator notops*, HALLEZ, 1894.

Place du Gyrator dans la systématique. — Le *Gyrator* est un Rhabdocœlide. Les Rhabdocœlides font partie du sous-embranchement des Platodes : métazoaires diploblastiques à mésenchyme lacuneux d'origine ectodermique. Cette définition rapproche les Platodes des Cnidaires : métazoaines diploblastiques à mésenchyme massif d'origine ectodermique.

Le tableau suivant marque la place des Rhabdocœlides dans la systématique :

Embranchement.	Sous-embranchements.		Ordres.	Sous-ordres.
Cœlentérés.	Cnidaires.			
	Platodes.	ciliés.	Turbellariés.	Rhabdocœlides.
				Triclades.
			Rhynchocœlides.	
		non ciliés.	Plathelminthes.	Trématodes.
				Cestodes.

Les Rhabdocœlides appartiennent donc à l'ordre des Turbellariés.

On peut donner aux Turbellariés la diagnose suivante :

Platodes non annelés, à symétrie latérale, dépourvus de toute formation squelettique. Téguments composés d'un épithélium cilié contenant des rhabdites ou des capsules urticantes, et d'une enveloppe musculaire cutanée continue. Une bouche, mais pas d'anus. Organes de la respiration et de la circulation absents. Reproduction sexuelle. Organes reproducteurs hermaphrodites (à peu d'exceptions près). Œufs ectolécithes. Animaux vivant le plus souvent librement.

Le sous-ordre des Rhabdocœlides peut être caractérisé de la manière suivante :

Turbellariés à intestin simple, droit, sacciforme, parfois lobé ; exceptionnellement pas de cavité intestinale[1]. Ils sont aux Turbellariés ce que les Hydroïdes sont aux Cnidaires.

[1] L'absence d'une cavité intestinale caractérise la tribu des Acœla. Il est probable qu'il faudra bientôt faire des Acœla, si différents des Rhabdocœlides, un groupe à part.

Le *Gyrator* appartient à la tribu des *Rhabdocœla* et à la famille des *Proboscidæ* qui est caractérisée par la présence d'une trompe à l'extrémité antérieure du corps.

Division de la famille des *Proboscidæ* en genres :

1. Extrémité antérieure non ciliée, transformée en une trompe rétractile privée de gaine	*Pseudorhynchus*.
Trompe pourvue d'un gaine	(2).
2. Trompe conique, musculeuse, massive. .	(3).
Trompe fendue longitudinalement en deux lobes	*Schizorhynchus*.
3. Gaine de la trompe s'ouvrant à l'extrémité antérieure du corps.	(4).
Gaine de la trompe s'ouvrant sur la face ventrale, en arrière de l'extrémité antérieure du corps	*Hyporhynchus*.
4. Un seul orifice génital, deux ovaires, deux testicules	(5).
Deux orifices génitaux, un ovaire, un testicule.	*Gyrator*.
5. Vésicule séminale et réservoir des glandes accessoires mâles séparés, mais entourés d'une musculature commune. .	*Acrorhynchus*.
Vésicule séminale et réservoir des glandes accessoires mâles complètement séparés.	*Macrorhynchus*

Le genre *Gyrator* est le seul qui habite l'eau douce ; tous les autres sont marins.

Le *Gyrator notops* a le corps incolore, transparent ; il a deux yeux noirs ; il est pourvu d'un long stylet ou aiguillon exsertile à l'extrémité postérieure du corps. La longueur du corps est de 1, 5 à 2 millimètres, et sa largeur,

dans la partie moyenne du corps, n'est guère plus d'un sixième de la longueur.

Morphologie externe. — Examiné à la loupe, dans la lumière réfléchie, le *Gyrator notops* est d'un blanc bleuâtre, transparent, avec la partie centrale, correspondant aux principaux organes, opaque et blanc jaunâtre ; les lignes de contour éclairées apparaissent comme des filets d'argent brillants.

Le corps est cylindrique, légèrement obtus à ses deux extrémités. Les yeux sont dorsaux et situés assez loin de l'extrémité antérieure, vers le premier quart environ de la longueur totale. La portion qui se trouve en avant des yeux est plus grêle que tout le reste du corps, et elle est constamment portée en tous sens par l'animal qui s'en sert à la manière d'un tentacule pour se guider dans sa marche et reconnaître la présence des animaux dont il veut faire sa proie.

C'est là bien évidemment que le tact est plus spécialement localisé. Cette partie antérieure plus étroite contient un organe très visible par transparence, la trompe ou organe de préhension, qui peut faire saillie en avant par un orifice proboscidien tout à fait antérieur.

La partie dorsale et postérieure, correspondant au receptaculum seminis et à l'orifice génital femelle, est légèrement bombée, tandis que l'extrémité caudale, qui se termine par l'orifice mâle donnant passage à l'aiguillon, se recourbe en dessous vers la face ventrale, en s'amincissant graduellement (fig. 201).

Le pharynx, bien visible à la loupe, est placé un peu en

avant du milieu du corps et est en relation avec la bouche qui est ventrale.

Bien visible aussi est l'aiguillon qui se trouve à l'extrémité postérieure du corps.

Telle est la forme générale du *Gyrator notops* lorsqu'il nage tranquillement au milieu des conferves ; mais cette forme est très variable par suite de l'extrême contractilité dont jouit le corps tout entier, contractilité qui est telle que le corps peut parfois s'allonger au point de devenir filiforme, ou bien se pelotonner et prendre une forme sphérique, lorsqu'il va, par exemple, se heurter inconsidérément contre un obstacle ou lorsqu'on l'irrite avec la pointe d'une aiguille.

Le corps tout entier est revêtu de cils vibratiles d'égale longueur partout.

Les orifices que présente la surface du corps sont :

1° L'orifice proboscidien tout à fait antérieur ;

2° Les deux pores excréteurs ;

3° La bouche ventrale, située sur la ligne médiane un peu en avant du milieu du corps ;

4° L'orifice génital femelle dorsal et postérieur ; cet orifice est grand ;

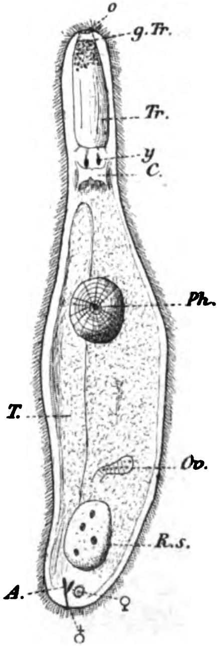


Fig. 201.
Adulte grossi trente cinq fois environ.

Tr., trompe. — **O.**, orifice proboscidien. — **g. Tr.**, gaine proboscidienne. — **y.**, yeux. — **C.**, cerveau. — **Ph.**, pharynx. — **T.**, testicule. — **Ov.**, ovaire. — **R. s.**, receptaculum seminis. — **A.**, aiguillon. — ♀., orifice génital femelle. — ♂., orifice génital mâle.

5° L'orifice génital mâle, à l'extrémité tout à fait postérieure.

Dans toutes les descriptions qui vont suivre, je supposerai l'animal orienté la tête en avant et la bouche en bas.

Éthologie. Mœurs. — Le *Gyrator notops* est extrêmement commun dans les fossés, les mares, et en général dans toutes les eaux stagnantes.

Il est signalé dans toute l'Europe.

Pour se le procurer, il suffit de recueillir des paquets de conferves et de les mettre dans un aquarium. Quand les *Gyrator* quittent les conferves pour nager librement dans l'eau, on les cueille avec une pipette et on les examine soit à la loupe, soit au microscope.

Le *Gyrator* est très bon nageur, et c'est toujours avec intérêt qu'on le suit dans ses courses capricieuses à la recherche des petits Copépodes dont il fait sa nourriture.

Son aiguillon postérieur constitue une arme redoutable. Aussi notre Rhabdocœle semble-t-il porter la terreur dans les lieux qu'il habite. En effet, sitôt qu'un Cyclope a reconnu sa présence dans son voisinage, il prend bien vite la fuite.

Si l'on place sur le porte-objet d'un microscope quelques *Gyrator*, avec des Cyclopes, on ne tarde pas à voir, à la première rencontre, le *Gyrator* dévaginer sa trompe et fixer lestement sur sa victime l'épithélium adhésif de son organe de préhension. En même temps et brusquement le corps se courbe ventralement en arc ; l'extrémité caudale, armée de l'aiguillon meurtrier, se rapproche de la trompe et la victime est percée à plusieurs reprises par le stylet.

Le venin que le *Gyrator* inocule ainsi est extrêmement actif, car le Cyclope cesse instantanément tout mouvement, comme s'il était foudroyé.

Alors notre Rhabdocœle applique son pharynx musculeux contre la face ventrale du Cyclope, au niveau des pattes antérieures, c'est-à-dire au point le moins résistant de la carapace, et suce à son aise sa victime dont il ne laisse que le squelette chitineux.

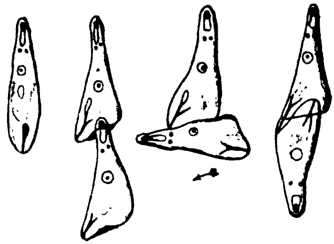


Fig. 202.
Accouplement.

Les *Gyrator* se multiplient très aisément en aquarium.

L'accouplement est facile à observer sous le microscope. Deux individus à maturité sexuelle, venant à se rencontrer, commencent à se palper avec leur extrémité céphalique. Il se produit alors immédiatement chez eux une invagination de la partie du corps correspondant à l'orifice génital femelle, lequel se trouve ainsi porté au fond d'une invagination en forme de coupe. L'un des deux individus introduit son extrémité antérieure dans cette partie invaginée, puis exécutant une rotation de 180° en restant largement en contact avec l'autre individu (fig. 202), il arrive à se mettre en ligne droite avec le premier, mais en sens inverse. L'extrémité postérieure de chaque individu pénètre dans l'invagination postérieure de l'autre, de telle sorte que le pore génital mâle de chaque individu se trouve en rapport avec le pore femelle de l'autre.

La fécondation est croisée. L'aiguillon ne joue aucun rôle dans l'accouplement.

A toutes les époques de l'année, le *Gyrator* pond des cocons d'un rouge brun. L'embryon se développe rapidement, mais il reste longtemps renfermé dans sa coque. Les éclosions ont lieu surtout dans le courant de février et de mars.

Les cocons se constituent en très peu de temps à l'intérieur des organes génitaux. Le cocon, aussi jeune qu'on peut l'observer, est recouvert d'une membrane transparente, piriforme ou ovoïde, qui se prolonge inférieurement en un pédicelle terminé par une partie plus évasée. C'est par ce petit disque que l'on trouve toujours les cocons fixés sur les conferves. Cette membrane transparente et blanche au début ne tarde pas à devenir jaune, puis orangée, puis d'un rouge brun; en même temps elle devient dure. Elle est de nature chitineuse.

Le cocon ne séjourne pas plus de trois à cinq jours dans les organes du *Gyrator* avant d'être pondu.

Description des téguments. — La couche la plus externe est un épithélium à cellules vibratiles (fig. 203, *ep.*) qui revêt entièrement la surface du corps. Dans cet épithélium, on observe des vacuoles (fig. 203, *v.*) remplies d'un liquide clair. Le nombre de ces vacuoles s'accroît à mesure que l'observation se prolonge et que la pression, à laquelle est soumis l'animal sous le couvre-objet, augmente. Sous l'influence de la pression, ces gouttelettes liquides peuvent même crever à la surface. Elles proviennent des liquides de l'intérieur du corps qui, se trouvant comprimés, tendent à s'échapper latéralement, filtrent à tra-

vers la couche musculaire résistante et serrée, pénètrent sous forme de gouttelettes dans la couche épithéliale dont elles soulèvent peu à peu la surface, la disjoignent bientôt, la crèvent enfin et se mêlent alors au liquide ambiant, après s'être quelquefois grossies par leur fusion avec d'autres gouttelettes voisines. Dans les coupes faites après déshydratation, on ne trouve pas trace de ces gouttelettes ou vacuoles.

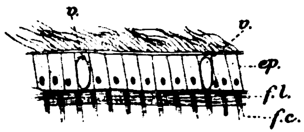


Fig. 203.
Téguments.

Ep., épithélium vibratile. — *v.*, vacuoles ou gouttelettes liquides. — *f. l.*, fibres longitudinales. — *f. c.*, fibres circulaires.

Il existe, dans les téguments, des glandes muqueuses piriformes dont les extrémités renflées dépassent, le plus souvent, l'épaisseur de l'épithélium et plongent dans les tissus sous-jacents. Sur le vivant, elles présentent des granulations réfringentes. Ces glandes viennent s'ouvrir, par leur extrémité amincie, à la surface cutanée. Dans certaines observations heureuses, faites sur le vivant, on peut voir la surface du corps constellée d'une infinité de petits pores qui sont les orifices de ces glandes.

Il est à remarquer que l'épithélium cutané ne contient ni rhabdites, ni organes urticants, organes qui sont si généralement présents dans la peau des Rhabdocœlides.

Sous l'épithélium cilié se trouve une double enveloppe musculaire composée d'une couche externe de fibres longitudinales (fig. 203, *f. l.*) et d'une couche interne de fibres annulaires (fig. 203, *f. c.*).

L'acide nitrique convenablement étendu d'eau met ces fibres en parfaite évidence.

Dans le paragraphe consacré à la trompe, nous décrirons les muscles propres à cet organe, bien que dépendant de l'enveloppe musculaire cutanée.

MÉSENCHYME. — Sous l'enveloppe musculo-cutanée se trouve un tissu conjonctif aréolaire qui remplit tous les intervalles libres entre les divers organes.

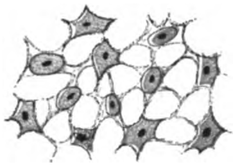


Fig. 204.
Mésenchyme.

C'est un réticulum de fibres conjonctives dans lequel on observe de nombreuses cellules.

Les lacunes de ce tissu aréolaire sont remplies par un liquide qui tend à s'échapper à la périphérie, à travers les téguments, lorsqu'on comprime l'animal. Elles contiennent aussi quelques éléments figurés, rappelant les cellules embryonnaires si nombreuses dans les points où se constituent les organes dans l'embryon. On peut donner à ce liquide le nom d'hémolymphe.

Ces lacunes ne peuvent pas être considérées comme représentant une cavité cœlomique plus ou moins oblitérée, car le cœlome est une cavité ou un ensemble de cavités ou lacunes creusées dans le mésoderme et tapissées par des cellules d'origine mésodermique. Or, le *Gyrator*, comme les Platodes et les Cnidaires, est dépourvu de mésoderne ; il est donc *acœlomate.*

A cette occasion, je crois utile de donner ici la définition du mésoderme et des mésenchymes, formations que l'on confond trop souvent.

Le mésoderme apparaît sous forme de bourgeons pairs, creux ou massifs, constitués parfois chacun par une seule

cellule initiale, qui se constituent aux dépens de l'endoderme, dans le voisinage du blastopore, et qui s'intercalent entre l'endoderme et l'ectoderme.

Les mésenchymes se forment aux dépens de cellules d'origine ectodermique, ou endodermique, ou mésodermique, ou à la fois mésodermique et endodermique, qui se séparent isolément de l'un ou de l'autre des trois feuillets blastodermiques, en des points très variables, et émigrent de façon à constituer un pseudo-mésoderme ou à renforcer le mésoderme vrai.

Il y a donc lieu de distinguer des mésenchymes d'origine ectodermique, endodermique ou mésodermique. Le mésenchyme du *Gyrator*, comme celui des Turbellariés en général, est d'origine ectodermique.

Description de la trompe. — Dans le paragraphe consacré à l'éthologie et aux mœurs, nous avons vu l'usage que fait le *Gyrator* de sa trompe. Voyons maintenant l'anatomie de cet organe.

C'est un organe musculeux, cylindrique, mais d'un diamètre un peu plus grand à sa base qu'à sa pointe libre.

On peut y distinguer deux parties : la pointe ou cône préhenseur (fig. 205, *Tr*) et la base (fig. 205, *Tr'*), deux ou trois fois plus longue que la première.

Le *cône préhenseur* est la partie de la trompe qui est libre dans la gaine proboscidienne (fig. 205, *G. tr.*). Il est recouvert par un épithélium épais, non vibratile, et renfermant des organes en forme de bâtonnets ou rhabdites (fig. 206, *Ep*). C'est le seul point du corps du *Gyrator*, où l'on rencontre de pareils organes qui sont si généralement répandus dans les téguments des autres Rhabdocœles.

Il est probable que les rhabdites du cône préhenseur de la trompe jouent un rôle analogue à celui des rhabdites qu'on trouve dans les papilles adhésives de l'extrémité postérieure des *Macrostoma* et des *Stenostoma*, par exemple.

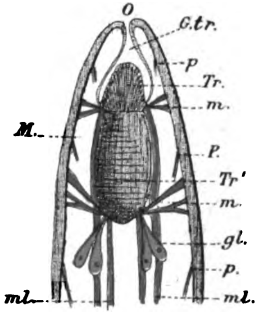


Fig. 205.
Trompe.

O., orifice proboscidien. — *G. tr.*, gaine proboscidienne. — *Tr.*, cône préhenseur de la trompe. — *Tr'.*, masse musculaire de la trompe. — *m.*, muscles suspenseurs. — *ml.*, muscles rétracteurs de la trompe. — *gl.*, glandes. — *M.*, mésenchyme. — *p*, *p*, *p.*, points d'insertion des muscles longitudinaux.

Il est admissible, d'autre part, que la trompe peut encore adhérer au Copépode dont le *Gyrator* fait sa proie, en agissant à la manière d'une ventouse. Le cône préhenseur peut en effet s'invaginer, comme le montre la figure 206, B.

L'épithélium du cône préhenseur de la trompe est en continuité avec l'épithélium de la gaine proboscidienne (fig. 206, *ep'*). Ce dernier est notablement plus mince, il ne renferme pas de rhabdites et se continue lui-même avec l'épithélium cilié des téguments.

La *masse musculaire*, qui constitue la base et la partie la plus volumineuse de la trompe (fig. 205, *Tr'*), n'est pas revêtue par un épithélium. Elle est plongée dans le mésenchyme et est constituée par une lamelle musculaire limitante (fig. 207, *m. ext.*) et par de nombreux muscles longitudinaux (fig. 206 et 207, M).

A la base de la trompe se trouvent quelques cellules glandulaires (fig. 205, *gl.*).

La trompe est fixée aux téguments par des muscles sus-

penseurs (fig. 205, *m.*), qui s'insèrent à sa base et à la limite entre le cône préhenseur et la masse musculaire.

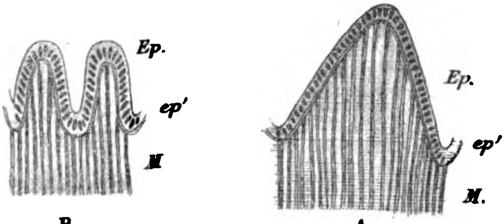


Fig. 206.
Coupes longitudinales de la trompe.

A, à l'état normal. — B, invaginée. — *Ep*, épithélium de la trompe. — *ep'*., épithélium de la gaine proboscidienne. — *M*., masse musculaire.

Il existe quatre longs muscles rétracteurs de la trompe (fig. 205, *m. l.*, et fig. 208, *m. l.*), qui s'insèrent, d'une part, sur la masse musculaire de la trompe et, d'autre part, à la partie postérieure et ventrale du corps. C'est la contraction de ces muscles qui fait que le *Gyrator* se courbe en arc lorsqu'il saisit sa proie, rapprochant ainsi la partie caudale qui porte l'aiguillon de l'extrémité céphalique qui contient la trompe, véritable organe de préhension.

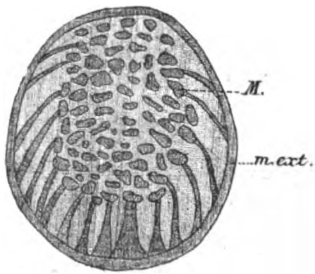


Fig. 207.
Coupe un peu oblique de la trompe.

M., masse musculaire. — *m. ext.*, lamelle musculaire externe (d'après L. von Graff.

Il existe encore d'autres muscles longitudinaux qu'il convient de décrire ici, bien qu'ils ne s'insèrent pas sur la trompe. Ce sont des rétracteurs de l'extrémité antérieure

du corps. Ils s'insèrent d'une part aux téguments (fig. 205, *p*, *p*, *p*), et, d'autre part, vers la région moyenne du corps.

En se contractant, ces muscles entraînent les points du tégument où ils s'insèrent, et produisent une double et souvent même une triple invagination de la partie céphalique qui peut ainsi rentrer dans le corps, à peu près à la manière des différentes pièces de la lunette astronomique. Ils peuvent aussi concourir à courber le corps au moment de la préhension.

La contraction des différents muscles de l'appareil proboscidien et de la partie antérieure du corps a encore pour effet, avec le concours de la musculature des téguments, de diminuer le volume du corps du *Gyrator*, de comprimer les liquides de l'organisme, et, ainsi, d'assurer l'adhérence du cône proboscidien sorti de sa gaine. La masse musculaire de la trompe peut ainsi être comparée au piston cylindrique d'une presse hydraulique.

Description de l'appareil digestif. — L'appareil digestif comprend un pharynx contenu en partie dans une gaine, des glandes œsophagiennes, un œsophage et un intestin ou estomac.

La *gaine pharyngienne* est formée par une invagination des téguments et est tapissée par conséquent par un épithélium. Celui-ci s'amincit à mesure qu'il se rapproche du pharynx. Cet épithélium recouvre également la partie distale du pharynx et se réfléchit à l'intérieur de cet organe pour former son revêtement interne.

Des *muscles rétracteurs* (fig. 209, *m.*) s'insèrent à la base de la gaine pharyngienne.

Le *pharynx* est à peu près sphérique et réalise le type désigné par L. von Graff sous le nom de pharynx rosulatus.

Il présente deux ouvertures opposées pouvant se fermer par un sphincter. Son axe est légèrement oblique d'arrière en avant, de sorte que l'ouverture distale est un peu antérieure par rapport à l'orifice proximal ou œsophagien.

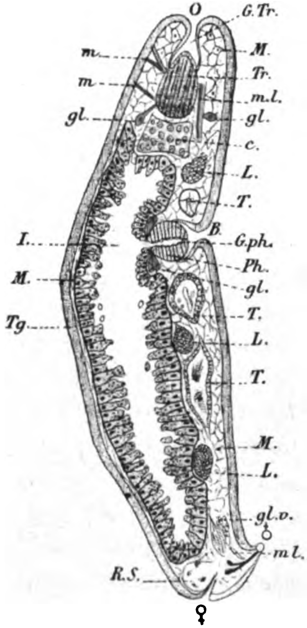


Fig. 208.
Coupe sagittale schématique du Gyrator.

Tg., téguments. — *M.*, mésenchyme. — *I.*, intestin. — *B.*, bouche. — *Ph.*, pharynx. — *G. ph.*, gaine pharyngienne. — *O.*, pore proboscidien. — *Tr.*, trompe. — *G. tr.*, gaine proboscidienne. — *m.*, muscles suspenseurs de la trompe. — *m. l.*, muscles rétracteurs de la trompe. — *C.*, cerveau. — *T.*, testicule. — *L.*, glande lécithogène. — *V. s.*, vésicule séminale. — *R. s.*, receptaculum seminis. — *A.*, aiguillon. — *gl.*, glandes. — *gl. v.*, glande venimeuse.

Une coupe transversale du pharynx montre qu'il est constitué par un épithélium interne (fig. 210, *Ep.*), entouré d'une couche de fibres musculaires circulaires internes (fig. 210, *F. c. int.*). Puis viennent des fibres longitudinales (fig. 210, *F. l.*). Extérieurement, si nous ne tenons pas compte du revêtement épithélial qui ne recouvre que la portion distale libre dans la gaine pharyngienne, le pharynx est limité par une couche musculaire de fibres circulaires (fig. 210, *F. c. ext.*). De nombreuses fibres radiaires (fig. 210, *F. r.*) s'insèrent,

d'une part, sur la couche musculaire interne et, d'autre part, sur la couche musculaire externe.

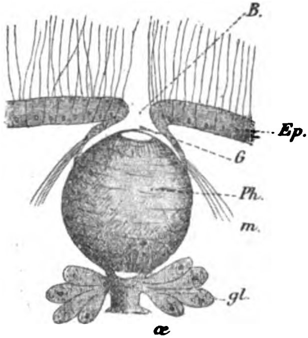


Fig. 209.
Pharynx.

Ph., pharynx. — *B.*, bouche. — *G.*, gaine pharyngienne. — *gl.*, glandes. — *Œ.*, œsophage. — *Ep.*, épithélium tégumentaire. — *m.*, muscles rétracteurs.

Entre les fibres radiaires se trouvent de grosses cellules (fig. 210, *C.*), granuleuses, d'aspect glandulaire, qui, fortement renflées à la périphérie, s'amincissent graduellement à mesure qu'elles se rapprochent de la couche annulaire interne et semblent devoir s'ouvrir dans la lumière du pharynx.

Les fibres annulaires internes sont particulièrement importantes autour des deux orifices pharyngiens où elles constituent un sphincter avec les fibres radiaires.

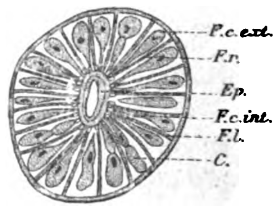


Fig. 210.
Coupe transversale du pharynx

Ep., épithélium. — *F. c. int.*, fibres circulaires internes. — *Fl.*, fibres longitudinales. — *Fr.*, fibres radiaires. — *F. c. ext.*, fibres circulaires externes. — *C.*, cellules.

Cette structure du pharynx explique les mouvements qu'il exécute et que l'on peut observer directement sur le vivant. Ce pharynx fonctionne à la manière d'une pompe aspirante et foulante. Le sphincter œsophagien ou proximal étant fermé et le sphincter buccal ou distal étant ouvert, le pharynx se dilate. Il en résulte une aspiration qui fait affluer, dans sa lumière, les éléments solides et liquides du corps

de l'animal dont le *Gyrator* se nourrit. Puis le sphincter distal se ferme, le sphincter proximal se dilate, en même temps le pharynx se contracte et les aliments sont refoulés dans l'œsophage. Tel est le jeu de cet organe.

L'*œsophage* (fig. 209, *œ.*) est un tube cylindrique, excessivement court, qui est intermédiaire entre la lumière du pharynx et la cavité intestinale. Il est tapissé, comme le pharynx, par un épithélium aplati qui passe rapidement à l'épithélium columnaire de l'intestin.

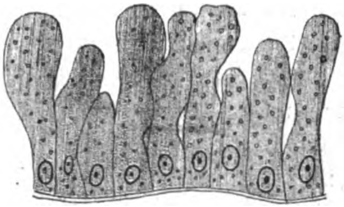


Fig. 211.
Cellules épithéliales de l'intestin.

Autour de l'orifice œsophagien du pharynx se trouve une collerette de cellules glandulaires (fig. 209, *gl.*), que l'on pourrait désigner sous le nom de *glandes salivaires* ou *glandes œsophagiennes,* pour les distinguer des cellules contenues dans le pharynx et auxquelles il convient de réserver le nom de *cellules* ou *glandes pharyngiennes*.

Les cellules glandulaires œsophagiennes déversent leur produit dans l'œsophage.

L'*intestin* est un vaste sac qui s'étend depuis le cerveau jusqu'au receptaculum seminis. Dorsalement il est appliqué contre les téguments (fig. 208, *I*), dont il n'est séparé que par une mince couche de mésenchyme. Ventralement et latéralement, il se moule sur tous les organes. Il ne présente pas d'autre orifice que l'orifice œsophagien.

Dans les jeunes embryons, l'intestin remplit presque tout le corps. Mais, à mesure que les organes de la repro-

duction se développent, il est rejeté vers la partie dorsale et légèrement à droite.

L'intestin est formé par un épithélium très columnaire (fig. 211). Ses cellules, polyédriques à leur base par pression réciproque, ont au contraire une extrémité libre, distale, renflée et de forme très irrégulière, qui paraît présenter des mouvements amœboïdes. Ces cellules possèdent un beau noyau à leur base et ont un contenu fortement granuleux. Elles absorbent par phagocytose.

La base des cellules intestinales repose directement sur une mince couche qui doit être considérée comme une condensation du mésenchyme.

Respiration et circulation. — La respiration n'est pas localisée. Elle se fait par toutes les surfaces libres de l'animal en contact avec l'eau : les téguments ciliés d'abord et aussi sans doute, dans une certaine mesure, la surface intestinale.

Ainsi que chez les autres Rhabdocœlides, il n'y a ici aucune trace d'organe circulatoire.

Description du système nerveux et des organes des sens. — Le *Cerveau* est situé en arrière de la trompe (fig. 201 et 208, C.) et est entouré de toutes parts par le mésenchyme.

Il peut être considéré comme formé par deux ganglions qui se seraient soudés sur la ligne médiane; il présente, en effet, sur cette ligne une légère échancrure en avant et en arrière.

A part de légères irrégularités, il peut être représenté schématiquement par un carré d'environ 214 μ de côté,

des quatre angles duquel partent quatre troncs nerveux, dont deux se dirigent en avant et deux en arrière. Les nerfs antérieurs passent dans le voisinage des yeux, puis continuent leur route en avant. On peut les suivre jusque un peu au delà de la base de la trompe.

Sur le bord antérieur du cerveau, à droite et à gauche de l'échancrure, se détachent deux petits nerfs qui sont peut-être destinés à innerver la trompe.

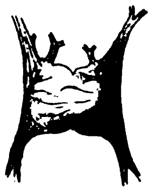


Fig. 212. Cerveau.

Quant aux nerfs postérieurs, ils se dirigent de chaque côté du corps, et on peut les suivre aisément jusque vers la région pharyngienne.

Nul doute que ces quatre nerfs se ramifient largement, principalement les antérieurs, ainsi que le montrent les préparations au Golgi malheureusement fort difficiles à obtenir sur d'aussi petits animaux.

Le cerveau est constitué par une substance très finement ponctuée et par des cellules qui sont surtout nombreuses à la périphérie.

Deux yeux existent sous l'épithélium, en arrière de la trompe et en avant du cerveau (fig. 201, *y.*). Ils sont noirs et formés de grains pigmentaires agglomérés, mais recouverts d'une membrane d'enveloppe. Ils sont dépourvus de corps lenticulaire réfractant la lumière. Aussi le *Gyrator* paraît-il être à peu près aveugle.

La sensibilité tactile, par contre, acquiert chez lui un haut degré de perfection, et est plus spécialement localisée dans la région céphalique.

Si l'on considère que le *Gyrator* est capable de reconnaître à une petite distance, et sans qu'il y ait eu contact

immédiat, la présence du cyclope dont il fait sa proie, on peut se demander si c'est par l'effet d'une simple sensibilité tactile ou s'il n'est pas guidé encore par un autre sens, l'odorat peut-être.

Description des organes excréteurs. — Les organes excréteurs ne peuvent être étudiés que sur l'animal vivant. Il faut, pour leur étude, choisir des individus jeunes et à jeun, c'est-à-dire très transparents, et les examiner en les comprimant.



Fig. 213.
Terminaison d'une ramification des canaux excréteurs.
r., réticulum du mésenchyme.

Le mode de compression qui convient le mieux est celui qui consiste à aspirer, à l'aide d'un papier buvard, une partie de l'eau comprise entre la lame et la lamelle de verre, jusqu'à ce que le *Gyrator* soit immobilisé.

Pour voir les terminaisons des ramifications, il faut employer un objectif à immersion. Les troncs collecteurs sont visibles avec des grossissements relativement faibles.

Les extrémités des dernières ramifications des canaux excréteurs sont constituées par une cellule flagellée. Ce sont les mouvements ondulatoires du flagellum qui doivent guider l'observateur dans la recherche des terminaisons. Dès qu'il aperçoit ce mouvement, il n'a plus qu'à mettre au point.

La cellule flagellée est entourée par le mésenchyme réticuliforme qui semble former aussi la paroi des fins canaux excréteurs ?

Les cellules flagellées terminales paraissent être très

nombreuses et sont disséminées dans tout le corps. Les fins canalicules dont elles constituent la terminaison s'anastomosent entre eux, forment, par leur réunion, des rameaux un peu plus gros qui se réunissent à leur tour pour, finalement, aller se déverser tous dans les troncs collecteurs latéraux. On voit donc que tout le mésenchyme est sillonné par un réseau compliqué de canalicules excréteurs.

Les *troncs collecteurs* sont au nombre de deux de chaque côté. On peut les suivre sur toute la longueur du corps. Ils sont plus ou moins tortillés, parfois variqueux; toutefois, les deux troncs d'un même côté ne s'écartent que peu l'un de l'autre, et souvent même sont à peu près parallèles ; ils communiquent d'ailleurs l'un avec l'autre dans la région céphalique.

Je n'ai observé aucune branche réunissant les collecteurs droits et les collecteurs gauches.

Les deux collecteurs situés du même côté de l'animal reçoivent des rameaux. Toutefois, il en est un qui en reçoit un plus grand nombre que l'autre et qui, vers le tiers postérieur du corps, se perd en ramifications multiples. L'autre, au contraire, peut être suivi jusqu'à l'extrémité postérieure du corps où il se recourbe en avant et se termine en ampoule un peu en avant et sur le côté de l'orifice génital femelle.

Les canaux excréteurs sont transparents et paraissent remplis d'un liquide incolore dans lequel je n'ai pas pu observer de corpuscules solides.

La question de la position des pores excréteurs mériterait d'être reprise. Ces orifices externes très petits sont normalement fermés, de sorte que la chance seule peut

permettre de les voir, lorsqu'ils veulent bien s'ouvrir sous les yeux de l'observateur. Peut-être les trouverait-on sur des coupes? Mais il faudrait, je crois, en faire un grand nombre. Celles que j'ai faites ne les mettent pas en évidence. MAX SCHULTZE considère les ampoules postérieures, situées de chaque côté et un peu en avant de l'orifice femelle, comme étant les orifices externes de l'appareil excréteur. Je crois, au contraire, que ces orifices sont situés à l'autre extrémité des troncs collecteurs, dans la région céphalique, à droite et à gauche de la trompe.

D'ailleurs la position des pores excréteurs est très variable dans le groupe des Rhabdocœles.

Description des organes génitaux. — Le *Gyrator* est hermaphrodite et possède, comme nous l'avons vu, deux orifices génitaux.

Nous étudierons successivement les organes mâles et, comme une dépendance de ceux-ci, l'appareil à venin, puis les organes femelles.

Tous les organes reproducteurs du *Gyrator* sont impairs.

APPAREIL MALE. — Il comprend un testicule, un canal déférent, une vésicule séminale et un canal éjaculateur.

Le *testicule* est volumineux. Il s'étend depuis la partie postérieure du cerveau jusque vers la spatule de l'aiguillon ou stylet. Il est situé ventralement et légèrement à gauche. Sa position explique pourquoi l'intestin est rejeté vers la droite, comme nous l'avons vu plus haut. Il a la forme d'un sac présentant seulement quelques replis à sa surface.

Un *canal déférent* fait communiquer le testicule avec la vésicule séminale.

La *vésicule séminale* est très allongée, piriforme, et à paroi musculaire assez mince. Ses fibres musculaires sont circulaires, mais obliques par rapport à l'axe de la vésicule. En outre, tandis que les unes sont obliques de droite à gauche et d'avant en arrière par rapport à l'axe, les autres sont obliques de gauche à droite et d'avant en arrière. Cette disposition entre-croisée est bien propre à l'expulsion des spermatozoïdes qui remplissent la vésicule.

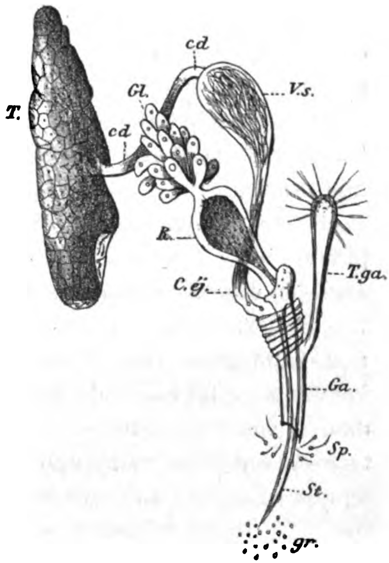


Fig. 214.
Organes mâles et appareil à venin.

T., testicule. — *c. d.*, canal déférent. — *V. s.*, vésicule séminale. — *C. éj.*, canal éjaculateur plissé à sa base. — *Gl.*, glande à venin. — *R.*, réservoir à venin. — *St.*, stylet. — *Ga.*, gaine du stylet. — *T. ga.*, tige de la gaine. — *Sp.*, spermatozoïdes.— *gr.*, granulations du venin.

La vésicule séminale est rattachée aux téguments par de longues fibres. Elle s'amincit graduellement à sa partie postérieure où elle se termine par un long canal éjaculateur.

Le *canal éjaculateur*, d'abord étroit, s'élargit à sa partie postérieure qui présente des connexions avec l'appareil stylifère. Il s'insère sur le bord antérieur de la gaine du stylet (*Ga.*, fig. 214 et 215 B) qui peut ainsi être con-

sidérée comme son prolongement chitineux. D'autre part, le canal éjaculateur, au point où il s'élargit, se fixe, en arrière de la spatule, à la partie antérieure du stylet proprement dit (fig. 214) qu'il enveloppe, de sorte que celui-ci est logé dans un fourreau formé en partie par le canal éjaculateur et en partie par la gaine chitineuse.

Quand le stylet s'abaisse, le canal éjaculateur se plisse transversalement en accordéon comme le montre la figure 214.

Les *spermatozoïdes* ont une tête petite et un long flagellum. On les trouve déjà très agiles dans le testicule. Dans la vésicule séminale, ils s'emmagasinent et y forment un feutrage épais ; le plus ordinairement ils sont alors immobiles. Mais si l'on provoque une éjaculation, on les voit aussitôt reprendre leur activité ; ils tourbillonnent dans la vésicule, puis sont expulsés par le canal éjaculateur et on peut les voir s'agiter encore un instant dans le liquide ambiant. Les mouvements des spermatozoïdes cessent rapidement dans l'eau.

Il est très facile de *provoquer une éjaculation*. Il suffit de tuer l'animal soit avec l'acide nitrique ou acétique assez dilué pour que la mort ne soit pas trop rapide, soit en le comprimant un peu trop fortement sous le couvre-objet. Dans ces conditions, il est rare qu'il n'y ait pas éjaculation et projection du venin. Le *Gyrator* lance d'abord son venin à plusieurs reprises, sous forme de jets, chaque fois qu'il fait sortir son stylet par l'orifice mâle, puis il éjacule et meurt. La figure 214 est faite d'après une préparation obtenue à l'aide d'une éjaculation ainsi provoquée.

Dans l'éjaculation normale, physiologique, le stylet n'intervient nullement et il n'y a pas expulsion de venin.

Appareil a venin. — L'appareil à venin se compose d'une glande volumineuse et d'un réservoir à paroi épaisse communiquant avec un organe compliqué, l'aiguillon.

La *glande venimeuse* (fig. 214, G *l*) occupe une place considérable, s'étendant presque jusque dans la région pharyngienne. Elle est formée par une grappe de cellules nombreuses, toutes pourvues d'un beau noyau. Ces cellules, de forme variable suivant qu'elles sont plus ou moins gorgées du liquide granuleux qu'elles sécrètent, sont généralement piriformes. Toutes les extrémités amincies de ces cellules se réunissent les unes aux autres et viennent finalement se mettre en relation avec le réservoir par un seul conduit.

Le *réservoir à venin* (fig. 214, R) est grand, renflé en avant, à paroi musculaire très épaisse. La disposition des fibres musculaires est la même que dans la vésicule séminale, mais l'épaisseur de la couche musculaire y est beaucoup plus importante. Par sa partie antérieure, le réservoir communique avec le canal excréteur de la glande par une ouverture qui est ordinairement fermée. Postérieurement il se rétrécit en forme de canal et va s'insérer sur la spatule du stylet (fig. 214 et fig. 215, A et C).

Le réservoir à venin est rattaché à la paroi du corps par des fibres conjonctives ou musculaires.

Le *venin* est un liquide contenant une infinité de fines granulations arrondies et réfringentes.

L'*aiguillon* se compose de deux pièces chitineuses : le stylet et la gaine du stylet.

Le stylet est la partie la plus essentielle. Il comprend une spatule (fig. 215, A), le stylet proprement dit qui est

creux (fig. 214 et 215, *St.*) et une tige de soutien pleine (fig. 215, C, *s.*).

La *spatule* est une sorte d'entonnoir échancré d'un côté. C'est sur ses bords que vient s'insérer le réservoir à venin. Sa cavité est en communication, d'une part, avec la cavité du réservoir et, d'autre part, avec le canal central du sty-

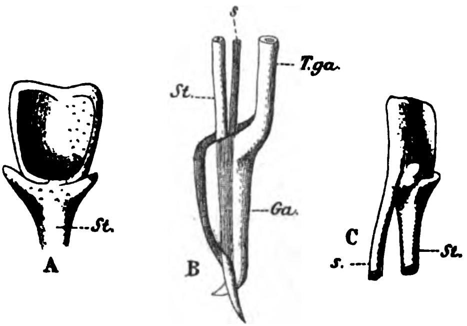


Fig. 215.
Détails de l'aiguillon.

A. Spatule de l'aiguillon vue de face. — C, la même vue de trois quarts. — B, stylet et sa gaine. — *St.*, stylet creux. — *s.*, tige de soutien. — *Ga.*, gaine du stylet. — *T. ga.*, tige de la gaine.

let proprement dit. La spatule est de nature chitineuse, mais moins dure que le stylet et sa tige de soutien.

A la base de la spatule se trouvent des apophyses et des rugosités qui servent à l'insertion des muscles protracteurs du stylet (fig. 215, A et C).

Le *stylet* est un cylindre chitineux, très résistant, avec canal central, fortement acéré à sa pointe et propre à percer les téguments des copépodes dont le Gyrator se nourrit. Son canal central donne passage au venin.

Il est efficacement consolidé par sa *tige de soutien*

(fig. 215, C, *s*.). C'est une tige pleine, très résistante aussi, légèrement arquée et qui est soudée au stylet en deux points : d'une part, à la base de la stapule et, d'autre part, un peu en avant de la pointe du stylet.

La seconde pièce chitineuse de l'aiguillon comprend deux parties : la gaine du stylet et la tige de soutien.

La *gaine du stylet* est un cylindre chitineux creux, fendu sur toute sa longueur (fig. 214 et 215, B, *Ga.*) dans lequel le stylet est constamment engagé. Elle donne passage aux spermatozoïdes et est en relation avec l'orifice sexuel mâle situé exactement à l'extrémité caudale. Elle peut être considérée comme le prolongement du canal éjaculateur.

A sa partie antérieure, la gaine du stylet est soudée à un long levier qui se coude très légèrement à sa base, à peu près à la manière de nos anciennes baïonnettes. Il y a en ce point des rugosités pour l'insertion des muscles protracteurs du stylet.

Cette *tige de la gaine* (fig. 214 et fig. 215, *T. ga.*) est longue, creuse, mais close de toutes parts. Sa partie antérieure renflée est couverte de rugosités sur lesquelles s'insèrent de longs muscles rayonnants qui vont se fixer aux téguments (fig. 214, *T. ga.*). Il est évident que la contraction d'un ou de plusieurs de ces muscles fera changer la direction de la gaine et, par suite, du stylet. Et comme ces faisceaux de fibres sont nombreux et rayonnent dans tous les sens, on voit avec quelle facilité l'animal peut varier la direction des coups qu'il porte.

Le stylet est mis en mouvement par un puissant *muscle protracteur* qui s'insère, en avant, sur la spatule et, en arrière, sur la gaine du stylet. Lorsque ce muscle est au repos, il maintient le stylet dressé, avec la pointe simple-

ment engagée dans la gaine ; mais, lorsqu'il se contracte, il entraîne le stylet en arrière avec une très grande force et le fait sortir par l'orifice mâle. C'est alors que le canal éjaculateur se plisse en accordéon.

Morphologiquement, l'appareil à venin est une dépendance de l'appareil génital mâle. La glande à venin est homologue de la glande accessoire mâle ou glande granuleuse des autres Rhabdocœles, le réservoir à venin n'est autre que le réservoir des glandes granuleuses, dont le contenu est éjaculé avec les spermatozoïdes chez beaucoup de Rhabdocœles, chez lesquels il constitue alors un milieu propre à entretenir la vitalité des spermatozoïdes. Quant à l'aiguillon, il doit être considéré comme correspondant à l'organe copulateur mâle. Mais ici toutes les parties accessoires des organes mâles se sont hautement différenciées dans un sens très spécial.

Appareil femelle. — Il se compose d'un ovaire, d'une glande lécithogène, d'un receptaculum seminis, d'un utérus et d'un cloaque avec de nombreuses cellules glandulaires.

L'*ovaire* (fig. 216, *Ov.*) est à peu près cylindrique, transparent; il débouche dans le cloaque génital par un court *oviducte* (fig. 216, *Od.*).

Les œufs sont plus gros à mesure qu'ils s'éloignent du cul-de-sac ovarien. Leur cytoplasme est finement granuleux, transparent.

Ce sont des œufs *alécithes*. A maturité, ils mesurent en moyenne cinq centièmes de millimètre. Polyédriques par pression réciproque dans le cul-de-sac, ils deviennent oblongs dans la partie moyenne de l'ovaire et enfin sphériques quand ils sont isolés.

Le *lécithogène* est appelé, par la plupart des auteurs, vitellogène ou deutoplasmigène. Ces deux expressions sont presque aussi impropres l'une que l'autre. Je leur préfère le nom de lécithogène qui marque bien qu'il s'agit d'une glande qui fournit la réserve nutritive ou lécithe dont l'œuf est dépourvu.

C'est une glande (fig. 216, *Gl. l.*) qui est située sous l'intestin et qui, pour cette raison, doit être examinée sur des animaux à jeun. Elle s'étend depuis le cerveau jusqu'au receptaculum seminis et a une forme réticulée, variable d'un individu à un autre, mais qui le plus ordinairement présente la disposition que j'ai reproduite dans la figure 216.

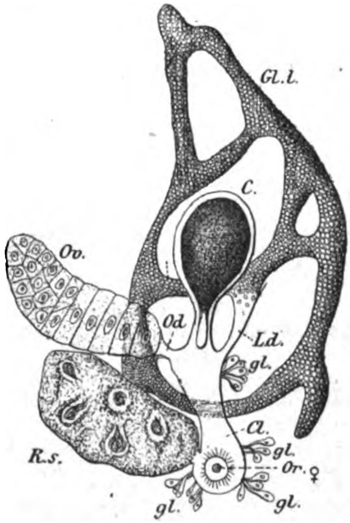


Fig. 216.
Organes génitaux femelles.

Ov., ovaire. — *Gl. l.*, glande lécithogène. — *R. s.*, receptaculum seminis. — *C.*, cocon dans l'utérus. — *Cl.*, cloaque. — *Or.* ♀, orifice femelle. — *Od.*, oviducte. — *Ld.*, lécithoducte. — *gl.*, glandes cloacales dont quelques-unes seulement sont représentées.

Un court canal, le *lécithoducte* (fig. 216, *Ld.*), permet aux cellules du lécithogène de se déverser dans le cloaque génital.

Le lécithogène a des parois formées de cellules polyédriques ; il est bourré d'un nombre considérable de *cellules lécithofères*, improprement appelées cellules vitellines.

Ces cellules lécithofères ou nutritives, produites dans le lécithogène, sont d'abord petites et transparentes comme celles de la paroi du lécithogène et ont un noyau bien visible. Elles grossissent peu à peu en se chargeant d'un liquide finement granuleux tenant en suspension quelques globules réfringents. Ceux-ci deviennent de plus en plus nombreux et finissent par envahir la plus grande partie de la cellule.

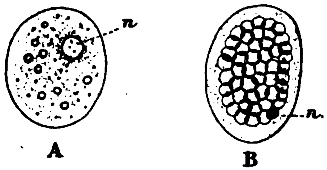


Fig. 217.
Cellules nutritives ou lécithofères.

A, jeune. — B, presque complètement envahie par les globules réfringents. — n., noyau.

Les cellules lécithofères, quand elles sont venues entourer un œuf mûr, au moment de la formation du cocon, présentent des mouvements amœboïdes qui n'ont, chez le Gyrator, qu'une durée passagère. Finalement les cellules lécithofères se désagrègent peu à peu, à mesure que le jeune embryon se développe.

Le *receptaculum seminis* (fig. 216, *R. s.*) est un organe assez volumineux, très apparent, situé à la partie postérieure et dorsale du corps (fig. 208, *R. s.*), un peu en avant de l'orifice femelle. Il renferme des amas de spermatozoïdes en nombre variable.

En isolant un *Gyrator* et en le soumettant à l'examen microscopique tous les jours, pendant une ou deux semaines, on constate qu'il pond un cocon tous les trois à cinq jours et que la provision du sperme, dans le receptaculum seminis, s'épuise lentement, mais sensiblement, à mesure que les pontes se multiplient.

Les spermatozoïdes, récemment éjaculés dans le recep-

taculum, sont très agiles, mais ils ne tardent pas à former des paquets compacts et immobiles jusqu'au moment où ils sont utilisés pour la fécondation.

L'*utérus* est un diverticule du cloaque dans lequel se forment les cocons (fig. 216, *C.*). Ses parois minces ne sont guère visibles que quand elles sont distendues par la présence d'un cocon. Ordinairement on ne trouve qu'un seul cocon dans l'utérus, mais parfois on peut y observer deux et même trois cocons superposés. Quand l'utérus n'est pas gravide, il est fort difficile de le mettre en évidence.

Le *cloaque* (fig. 216, *Cl.*) est une cavité de forme essentiellement variable suivant les contractions de l'animal; il s'ouvre au dehors par le pore génital femelle muni d'un sphincter. Dans le cloaque débouchent l'oviducte, le lécithoducte, le receptaculum seminis, l'utérus et des glandes spéciales.

Les parois du cloaque portent de très nombreuses *cellules glandulaires* dont un petit nombre seulement est représenté dans la figure 216 en *gl.* Ces *glandes cloacales* sont peut-être celles qui sécrètent la substance qui constitue l'enveloppe du cocon. Cette substance forme, à la surface du cocon jeune, une membrane transparente qui ne tarde pas à jaunir, puis, en se fonçant peu à peu, à devenir orangée et enfin d'un rouge brun. Elle est alors de nature chitineuse.

Embryogénie. — Le cocon du Gyrator se forme en très peu de temps dans l'utérus. Il est piriforme et est constitué par un très grand nombre de cellules lécithofères groupées autour d'un seul œuf ou, exceptionnellement, de deux. J'ai désigné ces sortes d'œufs sous le nom d'*ectolécithes*.

L'œuf occupe en général la partie renflée du cocon (fig. 218, A). Les cellules lécithofères et l'œuf sont enveloppés d'une coque dont il a été question plus haut. Cette coque se termine par une sorte de pédicelle à l'extrémité duquel se trouve une substance visqueuse qui sert à faire

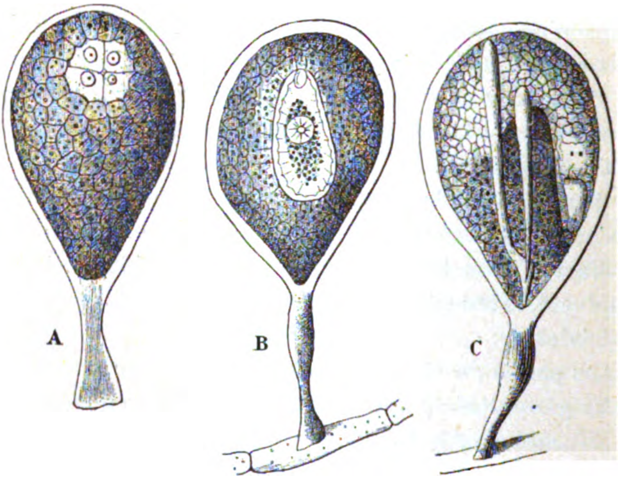


Fig. 218.
Cocons avec embryon.

adhérer le cocon aux filaments de conferves après la ponte (fig. 218, B et C).

Le cocon ne séjourne pas plus de trois à cinq jours dans l'utérus. La segmentation de l'œuf commence avant la ponte. La figure 218, A représente un cocon utérin avec un œuf au stade quatre.

A mesure que la segmentation avance, les cellules lécithofères qui entourent immédiatement l'œuf commencent

à se désagréger. La désagrégation des cellules lécithofères suit une marche centrifuge autour de l'œuf.

Lorsque les blastomères augmentent en nombre, ils cessent d'être adjacents; ils sont séparés les uns des autres par une petite quantité du produit de la diffluence des cellules lécithofères. Cette partie du lécithe reste incluse dans l'embryon dès que celui-ci a acquis un revêtement ectodermique.

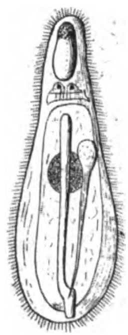


Fig. 219. Jeune au moment de l'éclosion.

L'embryon, d'abord sphérique et pourvu d'un pharynx, devient ovoïde. Dès que le pharynx est constitué, il fonctionne et fait passer du lécithe dans l'intestin.

La figure 218 B montre un de ces embryons ovoïdes pourvu d'un pharynx et présentant l'ébauche de la trompe. Cet embryon est couvert de cils vibratiles dont les mouvements font tourbillonner les particules de lécithe qui l'environnent.

A mesure qu'il se développe, le jeune *Gyrator* absorbe peu à peu toute sa réserve nutritive environnante. Il s'allonge si bien qu'il est obligé de se plier en deux dans son cocon et il présente alors l'aspect reproduit dans la figure 218 C.

On voit que le cerveau, les yeux, la trompe, l'aiguillon sont définitivement constitués. L'éclosion est proche.

L'aiguillon, comme on le voit dans les figures 218 C et 219, se forme de bonne heure et, fait remarquable, il apparaît d'emblée avec les dimensions qu'il conservera chez l'adulte. On est frappé, en examinant un jeune au moment de l'éclosion, des proportions démesurées qu'at-

teint l'aiguillon qui s'étend presque jusqu'au cerveau, tandis que, chez l'adulte, il n'occupe qu'un espace restreint à la partie postérieure du corps. (Comparer la figure 219 et la figure 201.)

Ce fait s'explique d'ailleurs si l'on se rappelle la nature chitineuse de l'aiguillon, nature qui ne lui permettrait de s'accroître qu'à la condition de subir des mues successives.

L'aiguillon fonctionne dès la sortie de l'embryon de sa coque.

Méthodes techniques. — Tous les colorants usuels employés en microchimie peuvent être utilisés pour les coupes. La méthode d'Heidenhain donne surtout de bonnes préparations.

Si l'on se propose d'étudier le *Gyrator* par transparence sans le débiter en coupes, il convient de le laisser jeûner quelque temps afin que l'opacité de l'intestin gêne le moins possible l'observation.

L'acide nitrique convenablement étendu d'eau rend de bons services pour l'étude des muscles ; il permet aussi de bien voir la plupart des organes.

En combinant l'emploi de l'acide nitrique ou de l'acide acétique étendu avec celui d'un colorant au carmin ou à l'hématoxyline, on obtient de bonnes préparations qui mettent surtout en évidence les divers appareils musculaires et les différentes glandes si nombreuses.

La potasse, employée avec précaution, peut être utile pour l'étude de l'aiguillon chitineux.

Enfin l'acide osmique au centième est recommandable pour l'étude du lécithogène. Il colore en noir les globules

graisseux du lécithe et met ainsi en évidence l'organe qui le renferme.

Dans tous les cas, il convient de comprimer plus ou moins l'animal entre les deux lames de verre.

Bibliographie.

On trouvera les renseignements bibliographiques concernant le *Gyrator notops* dans :

P. Hallez. — Observations sur le *Prostomum lineare* (Arch. de zool. expérim. et génér., t. II, 1874, p. 559-586).

P. Hallez. — *Contributions à l'histoire naturelle des Turbellariés*. Lille, 1879.

L. von Graff. — *Monographie der Turbellarien*. I. Rhabdocœlida, 1882, p. 332-335.

P. Hallez. — *Catalogue des Rhabdocœlides, Triclades et Polyclades du nord de la France*, 2e édit. Lille, 1894, p. 91.

CHAPITRE XVII

TRICLADES

Par Paul HALLEZ
Professeur à l'Université de Lille.

LA PLANAIRE BLANCHE

Dendrocœlum lacteum (MÜLLER)

SYNONYMIE. — *Hirudo alba,* LINNÉ, 1746. — *Fasciola lactea*, MÜLLER, 1773. — *Planaria lactea*, MÜLLER, 1776. — *Dendrocœlum lacteum,* ŒRSTED, 1843. — *Dendrocœlum superbum*, GIRARD, 1851. — *Dendrocœlum pulcherrimum*, GIRARD, 1851. — *Dendrocœlum superbum*, LEIDY, 1852. — *Procotyla fluviatilis* STIMPSON, 1857. — *Procotyla Leidyii*, GIRARD, 1893.

Place de la Planaire blanche dans la systématique. — La Planaire blanche appartient à l'ordre des Turbellariés et au sous-ordre des Triclades (τρεῖς, κλάδος, à cause de la disposition de l'appareil digestif qui est formé de trois branches).

Les Triclades peuvent être caractérisés de la manière suivante :

Turbellariés à intestin formé de trois branches principales dont une antérieure et deux postérieures ; à pha-

rynx inséré au point de jonction de ces trois branches. Rameaux intestinaux plus ou moins ramifiés, jamais anastomosés.

Ils sont aux Turbellariés ce que les Anthozoaires sont aux Cnidaires.

Je divise le sous-ordre des Triclades en trois tribus : *Maricola*, *Terricola* et *Paludicola*. La Planaine blanche se range parmi les Paludicoles que je partage en deux familles de la manière suivante :

Paludicola.	Tête dépourvue d'appareil de fixation différencié	*Planaridæ.*
	Tête pourvue d'un ou plusieurs organes de fixation différenciés	*Dendrocœlidæ.*

La Planaine blanche peut être prise comme type de la famille des *Dendrocœlidæ.*

Diagnose de la tribu des *Paludicola* :

Triclades d'eau douce. Rameaux des branches intestinales fortement ramifiés. Bouche située franchement dans la seconde moitié du corps. Corps déprimé. Utérus situé entre le pharynx et le pénis, à canal utérin dorsal.

DIVISION DE LA FAMILLE DES DENDROCŒLIDÆ EN GENRES :

1.	Appareil de fixation formé par le bord frontal et par les deux auricules ou tentacules	(2).
	Appareil de fixation consistant en une ou deux ventouses discoïdes céphaliques .	(3).
2.	Deux yeux	*Dendrocœlum.*
	Six yeux	*Oligocelis.*

3. Une ventouse discoïde impaire frontale.
Yeux en deux groupes de forme arquée. . *Sorocelis*.
Deux ventouses discoïdes paires, frontales. Pas d'yeux . . . . *Dicotylus*.

Cette famille n'est représentée en Europe que par le genre *Dendrocœlum* et en France par deux espèces : *Dendrocœlum lacteum* Müller et *Dendrocœlum punctatum* Pallas.

La Planaire blanche a le corps transparent, d'un blanc de lait. Ses yeux sont situés immédiatement en arrière des tentacules ou auricules, plus rapprochés, chez l'adulte, des bords du corps que de la ligne médiane. Elle mesure de 15 à 22 millimètres en longueur.

Il est important de remarquer que la famille des Dendrocœlides ne correspond nullement au groupe des Dendrocœles des auteurs. Les Dendrocœles, renfermant les Triclades et les Polyclades, constituent une coupe tout à fait artificielle, basée exclusivement sur ce fait que l'appareil digestif est ramifié dans les deux types. Le groupe des Dendrocœles n'a pas sa raison d'être et doit disparaître.

Éthologie. Mœurs. — La Planaire blanche habite les eaux douces. On la rencontre aussi bien dans les eaux courantes et très pures que dans les eaux stagnantes.

Sa dispersion géographique est très vaste : très commune dans toute l'Europe, elle est également connue en Afrique, en Amérique et en Asie.

Son transport d'un étang à un autre peut d'ailleurs se faire très facilement par l'intermédiaire des oiseaux des marais. Les cocons de cette Planaire, en effet, sont recouverts d'une enveloppe chitineuse dure, résistante,

qui préserve efficacement de la dessiccation les embryons, au nombre de vingt à quarante par cocon. Ces cocons sont transportés, avec la boue des mares, dans les doigts palmés des oiseaux.

La Planaire blanche fuit la lumière. On la trouve sous les pierres des ruisseaux, à la face inférieure des feuilles de Nymphœa et de Nénuphar, sous les tapis de Lentilles d'eau, dans les amas de conferves, dans les coquilles vides et jusque dans la gaine des feuilles des Typha, des Iris et autres plantes aquatiques.

Mise dans un aquarium, elle va se blottir dans le coin le plus obscur et, pour la conserver en bonne santé, il est prudent de couvrir l'aquarium, au moins en partie, d'un voile noir.

A l'état de repos, la Planaire blanche contracte et fait adhérer son appareil céphalique en forme de ventouse. Son corps aplati est alors relativement large et ses bords sont irrégulièrement ondulés.

Quand elle rampe lentement sur les parois de l'aquarium ou lorsqu'elle glisse à la surface de l'eau, c'est à la manière des Gastropodes aquatiques. Son corps s'allonge alors et présente une extrémité postérieure pointue et une tête tronquée en avant.

Si l'on essaye de la taquiner, elle fuit précipitamment à la manière des sangsues : elle se fixe par la tête, rapproche brusquement de celle-ci l'extrémité caudale et la fixe, puis porte la tête aussi loin que possible en avant, la fixe et recommence le mouvement.

La Planaire blanche ne nage pas. Lorsqu'on la fait tomber dans l'eau, elle se laisse couler à pic en ondulant légèrement son corps.

La Planaine blanche est très vorace. En captivité, on la nourrit avec facilité en lui donnant des larves de chironomes ou, à défaut, des caillots de sang.

Elle doit jouir du sens de l'odorat, car, lorsqu'elle est à jeun, elle se met en mouvement dès qu'on dépose sa pâture, même à une distance de 15 à 30 centimètres, et se dirige presque sans hésitation vers sa nourriture. Cette expérience réussit mieux avec les caillots de sang qu'avec les larves de chironomes.



Fig. 220. Planaire blanche saisissant une larve de Chironome.

Elle saisit sa victime en appliquant brusquement sur elle son appareil céphalique de fixation et en enroulant son corps autour de celui de la larve de chironome. Celle-ci fait des efforts pour fuir et continue à s'agiter pendant quelques instants. La Planaire se laisse alors entraîner tout en sortant de sa gaine son pharynx qu'elle applique sur sa proie. Nous verrons plus loin que ce pharynx fonctionne à la manière d'une pompe aspirante et foulante.

Lorsque la Planaire s'est gorgée de sang, ou lorsqu'elle a sucé une ou plusieurs larves de chironomes, dont elle ne laisse que l'enveloppe chitineuse, toutes ses ramifications gastriques sont admirablement injectées en rouge.

De temps en temps, peut-être à la suite d'une digestion laborieuse, la Planaire remplit d'eau son appareil digestif; puis, se contractant violemment à plusieurs reprises, elle le vide, effectuant ainsi un véritable lavage de l'estomac. Le liquide trouble, vomi dans ces conditions, renferme,

avec quelques substances indigestes, une grande quantité de concrétions réfringentes.

Soumise à un jeûne prolongé, la Planaire blanche peut résister très longtemps, mais elle est en état d'autophagie. Elle cesse de pondre et diminue de volume dans des proportions considérables qu'on ne peut comparer qu'à l'amaigrissement excessif qu'éprouvent les Actinies, par exemple, lorsqu'on les soumet à une inanition de plusieurs mois.

Pendant l'accouplement, les deux individus se tiennent en ligne droite, leur extrémité caudale étant relevée perpendiculairement et intimement appliquée l'une contre l'autre.



Fig. 221.
Accouplement.

La durée d'un accouplement est en moyenne d'une heure à une heure et demie. Généralement il y a un accouplement pour deux ou trois pontes consécutives. Les accouplements se répètent pendant toute la période de la ponte.

La Planaire blanche commence à pondre vers le milieu de janvier. Les pontes se succèdent sans interruption jusque vers la fin mai. Le plus ordinairement, c'est le soir ou le matin que se fait la ponte. Le cocon pondu est sphérique et sessile.

D'après mes observations, l'espace de temps compris entre la première apparition du cocon, sous la forme d'un petit point blanc à l'intérieur des organes génitaux, et le moment de la ponte est assez variable. Cela tient à ce que le cocon, complètement façonné, peut rester plus ou moins longtemps dans les organes de la mère. On voit quelquefois, en effet, le cocon expulsé alors que la coque

est encore blanche et molle, tandis que, dans d'autres circonstances, il est expulsé alors que sa coque est déjà dure et d'un brun noirâtre. Dans ce dernier cas, l'espace de temps compris entre la première apparition et la ponte est de vingt à vingt-trois heures ; dans le premier cas, l'espace de temps n'est que de treize à seize heures.

Pendant la ponte, la Planaire est au repos, le pore génital largement dilaté. Le cocon sphérique et sessile est fixé à la paroi de l'aquarium par une mucosité visqueuse. La Planaire attend alors plusieurs heures que ce mucus ait pris une certaine consistance. Puis, quand l'adhérence du cocon est assurée, la Planaire, restant fixée seulement par les bords du corps, soulève la partie médiane qui prend la forme d'une voûte, et le cocon sort lentement du cloaque génital.

Chaque Planaire peut donner une dizaine de cocons en captivité.

L'intervalle d'une ponte à l'autre varie de deux à cinq jours, suivant que l'alimentation est plus ou moins abondante et aussi suivant que la température est plus ou moins élevée. Dans une observation, j'ai constaté un intervalle de dix-huit jours.

La période de la ponte terminée, c'est-à-dire dans le courant du mois de juin, toutes les Planaires adultes meurent. On ne trouve en été et en automne que des individus nés au printemps et n'étant pas encore à maturité sexuelle.

La Planaire blanche est protérandre.

Morphologie externe. — Suivant qu'elle rampe par un mouvement de glissement ou qu'elle reste en repos, sui-

vant les divers degrés de contraction de son corps, la Planaire blanche peut présenter des contours et des dimensions variables.

Lorsqu'elle rampe tranquillement, elle mesure en longueur 15 à 22 millimètres et sa largeur, vers le milieu du corps, est environ le sixième de la longueur, c'est-à-dire ne dépasse pas 4 millimètres.

Les téguments sont d'un blanc de lait.

Ce qui frappe d'abord l'observateur, après qu'il s'est rendu compte de la forme, des allures, des dimensions et de la couleur de la Planaire blanche, c'est son appareil digestif, bien visible par transparence et presque toujours injecté par des substances alimentaires diversement colorées en jaune ou en rouge, parfois en noir, suivant que la digestion est plus ou moins avancée (fig. 227).

Il faut que l'animal soit à jeun depuis longtemps pour que l'appareil gastrique ne frappe pas l'observateur et, même dans ce cas, le pharynx tubuleux est apparent. Ce pharynx est situé dans la seconde moitié du corps; son point d'insertion sur les branches intestinales est aux trois cinquièmes de la longueur totale du corps.

En arrière du pharynx, on remarque une autre masse opaque et blanche ; c'est la place des organes copulaleurs (fig. 227, C).

Deux yeux noirs, souvent réniformes et toujours pourvus d'un corps lenticulaire, se trouvent dans la région céphalique.

Les orifices externes sont : la bouche située en arrière du pharynx tubuleux et le pore génital en arrière des organes copulateurs. Ces deux orifices sont ventraux et il est facile de les voir. Sur la face dorsale s'ouvrent un certain

nombre de pores microscopiques qui sont les orifices externes de l'appareil excréteur.

L'étude de l'appareil de fixation céphalique exige une observation plus attentive.

A l'extrémité antérieure du corps se trouve, à droite et à gauche, un court tentacule arrondi et membraneux, appelé auricule par Dugès, et que l'animal tient dressé et dirige en divers sens lorsqu'il rampe sans être inquiété.

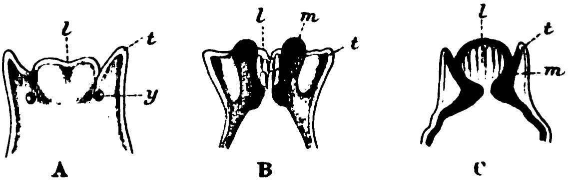


Fig. 222.
Extrémité antérieure d'une Planaire blanche.

A, vue par la face dorsale pendant la marche. — B, vue par la face ventrale pendant le glissement à la surface de l'eau ; — C, au repos.
Y., yeux. — t., tentacules. — l., lobe médian en forme de coupe ou d'écuelle. m., bandes musculaires.

Le bord frontal, médian, compris entre ces deux tentacules, est légèrement échancré sur la ligne médiane ; c'est lui qui joue le rôle de ventouse. Vue par la face dorsale, cette partie est convexe (fig. 222, A).

La face inférieure concave de la ventouse présente quelques rides ou plis longitudinaux et, de chaque côté, on remarque une bande musculaire (fig. 222, *m.*) formée en grande partie de fibres longitudinales. Ces deux bandes musculaires sont les seules parties de la région céphalique qui touchent les parois du vase pendant la marche (fig. 222, B), puisque le lobe médian est en forme de voûte et que les tentacules sont dressés.

Quand l'animal est au repos (fig. 222, C), le bord frontal, libre et relevé pendant la marche, et qui contient des fibres musculaires en continuité avec les fibres des deux bandes latérales, se rabat et adhère aux parois du vase. Le lobe médian présente alors la forme d'une ventouse circulaire très adhérente. On éprouve, en effet, une résistance appréciable quand on veut prendre une Planaire ainsi fixée.

Il est presque impossible de se rendre compte de la forme de la ventouse quand l'animal fuit précipitamment, tant les mouvements sont rapides.

Dans toutes les descriptions qui vont suivre, je considérerai toujours la Planaire orientée la bouche en bas et la tête en avant.

Description des téguments. — Le corps de la Planaire blanche est complètement couvert de cils vibratiles. Les diverses couches qui constituent ses téguments ne peuvent être étudiées que par la méthode des coupes.

L'*épithélium cilié* (fig. 223, *Ep.*) est formé de cellules élevées à protoplasme finement granuleux et à noyau situé vers la base. Il présente quelques cellules glandulaires (fig. 223, *gl.*), grosses, à contenu granuleux et de nombreux rhabdites (fig. 223, *rh.*).

Les *rhabdites* ou organes en forme de bâtonnets sont fusiformes ; ils se colorent par le carmin et sont homologues des organes urticants des Cnidaires.

Si leur signification morphologique paraît bien établie, il n'en est pas de même de leur rôle physiologique. En considérant qu'ils sont facilement expulsés des téguments sous l'influence d'actions irritantes, on est tenté d'ad-

mettre qu'ils ont un rôle défensif comparable à celui des nématocystes. Mais ils peuvent aussi remplir d'autres fonctions : ils servent peut-être, par leur rigidité, à soutenir l'épithélium ou à accroître la sensibilité tactile des téguments par la pression qu'ils sont susceptibles d'exercer sur les terminaisons nerveuses que nous trouverons plus loin en faisant l'étude du système nerveux (fig. 232).

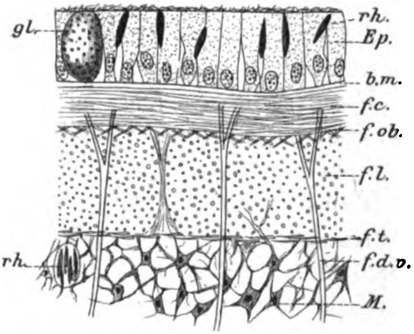


Fig. 223.
Coupe transversale des téguments.

Ep., épithélium cilié. — *rh.*, rhabdites. — *gl.*, glande. — *b. m.*. membrane basale. — *f. c.*, fibres musculaires circulaires. — *f. ob.*, fibres musculaires obliques. — *f. l.*, fibres musculaires longitudinales. — *f. t.*, fibres musculaires transverses. — *f. d. v.*, fibres musculaires dorso-ventrales. — *M.*, mésenchyme.

Les rhabdites prennent naissance dans des cellules spéciales du mésenchyme (fig. 224). Les jeunes cellules à rhabdites ont un cytoplasme finement granuleux et un noyau bien visible. Les rhabdites paraissent se différencier aux dépens du cytoplasme. Ils se disposent parallèlement les uns aux autres et au grand axe de la cellule qui est normal ou à peu près à la surface du corps. A mesure qu'ils se développent, le noyau s'atrophie. Ils s'échappent de la cellule par rupture des parois de celle-ci et gagnent la périphérie du corps pour venir finalement se loger dans l'épithélium et perpendiculairement à la surface externe.



Fig. 224.
Cellules à rhabdites.

Sous l'épithélium cilié existe une mince *membrane basale* (fig. 223, *b. m.*).

Puis vient une couche de *fibres musculaires circulaires* (fig. 223, *f. c.*).

La couche des fibres musculaires longitudinales externes qu'on trouve, dans d'autres espèces de Triclades, sous les fibres circulaires, fait défaut chez la Planaire blanche.

Sous les fibres musculaires circulaires, on observe une mince couche de *fibres obliques* (fig. 223, *f. ob.*) qui sont dirigées suivant deux directions opposées, de sorte qu'elles s'entre-croisent.

Sous ces fibres obliques se trouvent des *fibres musculaires longitudinales* (fig. 223, *f. l.*). Enfin vient une couche de *fibres transverses* (fig. 223, *f. t.*) qui vont d'un côté à l'autre de l'animal.

En dedans des fibres transverses se trouve le *mésenchyme* (fig. 223, *M.*) qui est traversé dans toute son épaisseur par des *fibres musculaires dorso-ventrales* (fig. 223, *f. d. v.*). Celles-ci sont bifurquées à leurs deux extrémités, qui sont plongées dans les téguments ; elles vont de la face dorsale à la face ventrale, en se déviant de leur direction dans le voisinage des divers organes qu'elles contournent.

Aucun pigment ne se rencontre ni dans les téguments, ni dans le mésenchyme de la Planaire blanche.

Mésenchyme. — Le tissu mésenchymateux, qui remplit tous les intervalles compris entre les divers organes, ressemble beaucoup à celui que nous avons vu chez le *Gyrator notops*. C'est un réticulum conjonctif dont les

fibres contiennent dans leurs mailles de nombreuses cellules.

Ce mésenchyme constitué par des fibres et des cellules renferme, outre les cellules à rhabdites, un grand nombre de cellules glandulaires, appelées glandes muqueuses et glandes pharyngiennes.

Les *glandes muqueuses* (fig. 225) sont des cellules piriformes, nombreuses, à contenu fortement granuleux, situées de chaque côté du corps sur toute sa longueur et qui s'ouvrent au dehors ventralement sur les bords latéraux du corps (fig. 235, *gl. m.*). L'extrémité amincie qui joue le rôle de canal excréteur de ces cellules glandulaires est extraordinairement longue.

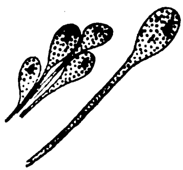


Fig. 225.
Cellules muqueuses.

Le produit visqueux de ces glandes sert à assurer l'adhérence de la Planaire sur les corps sur lesquels elle rampe. Nous avons vu précédemment que l'animal, au moment de la ponte, soulève toute la partie médiane de son corps, ne restant en contact avec la paroi de l'aquarium que par les bords du corps. Les glandes muqueuses doivent alors lui être particulièremcnt utiles. D'ailleurs dans la marche, la Planaire blanche glisse surtout sur les parties marginales du corps. Les glandes muqueuses doivent aussi jouer un rôle dans l'adhérence de l'extrémité postérieure, quand la Planaire se hâte de fuir à la manière des sangsues.

Les *glandes pharyngiennes* offrent la même structure et la même forme que les glandes muqueuses. Elles ont été désignées par Juima sous le nom de glandes salivaires.

Mais comme on ne sait rien de leur rôle physiologique, je préfère le nom de glandes pharyngiennes. Elles sont disposées en avant et en arrière du pharynx et leurs conduits excréteurs, très allongés, convergent tous vers l'extrémité proximale du pharynx, se réunissent en un certain nombre de petits faisceaux qui pénètrent dans la partie moyenne de la paroi pharyngienne et vont s'ouvrir au dehors à l'extrémité libre du pharynx (fig. 226).

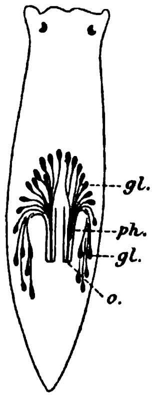


Fig. 226.
Disposition des glandes pharyngiennes.

ph., pharynx. — *gl.*, glandes pharyngiennes. — *o.*, orifice de ces glandes à l'extrémité distale du pharynx (d'après un schéma de Jijima).

Description de l'appareil digestif. — L'appareil digestif comprend trois branches principales ramifiées dont une antérieure (fig. 227, *Br. a.*) et deux postérieures (fig. 227, *Br. p.*), et un pharynx (fig. 227, *Ph.*) inséré sur le prolongement de la branche antérieure, au point de jonction des trois branches principales.

La branche principale antérieure émet, à droite et à gauche, dix à quinze branches secondaires qui se ramifient à leur tour sans s'anastomoser. Les branches postérieures émettent aussi chacune dix à quinze branches secondaires dendritiformes mais seulement du côté périphérique. Du côté interne, où se trouvent le pharynx et les organes copulateurs, les branches postérieures ne portent que de courts appendices non ramifiés, comme le montre la figure 227.

Le moyen le plus simple d'étudier l'ensemble des branches et des ramifications gastriques est d'observer la Planaire au moment où elle vient de manger des larves de chironomes ou des caillots de sang. Alors tout l'appareil digestif est uniformément injecté en rouge, les diverses ramifications, fortement dilatées par les aliments, sont très rapprochées les unes des autres. A mesure que s'opère l'absorption des aliments, les rameaux se vident peu à peu, de sorte que les intervalles qui les séparent augmentent ; seules les dernières ramifications périphériques en culs-de-sac restent relativement dilatées, comme le représente la figure 227. En même temps, la couleur se modifie, elle passe du rouge au jaune plus ou moins orangé.

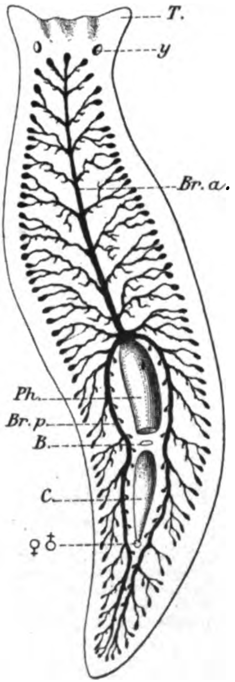


Fig. 227.
Appareil digestif.

Br. a., branche antérieure. — *Br. p.*, branches postérieures. — *Ph.*, pharynx. — *B.*, bouche. — *C.*, organes copulateurs vus par transparence. — *T.*, tentacules. — *y.*, yeux. — ♂ ♀, orifice génital.

Toutes les branches intestinales et leurs ramifications sont tapissées par un épithélium très columnaire, à cellules cylindriques, allongées, souvent terminées, à leur extrémité libre, par une partie arrondie qui les rend piriformes ou claviformes. Les noyaux se trouvent, en général, à la base de ces cellules dont le cytoplasme est

granuleux et renferme des sphérules réfringentes, des vacuoles et des grains variés qui sont des particules alimentaires absorbées par phagocytose. Chez la Planaire blanche, comme chez le *Gyrator*, les formes variées des extrémités libres des cellules épithéliales de l'intestin, qui présentent parfois des prolongements pseudopodiques,

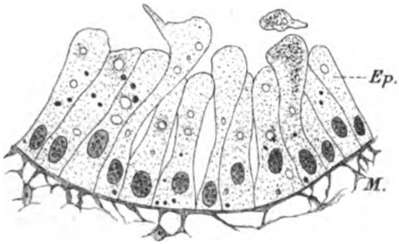


Fig. 228.
Cellules épithéliales de l'appareil digestif.
Ep., epithélium. — *M.*, mésenchyme.

semblent, en effet, indiquer que ces extrémités sont douées de mouvements amœboïdes.

L'épithélium des branches gastriques et de leurs ramifications est entouré par le mésenchyme (fig. 228, *M.*).

La *bouche* est située sur la ligne médiane ventrale, à une distance de l'extrémité céphalique qui est à peu près égale aux neuf quatorzièmes de la longueur totale du corps, c'est-à-dire sensiblement au commencement du tiers postérieur du corps. C'est un pore bien visible qui est formé de cellules cylindriques semblables à celles de la peau, mais dépourvues de rhabdites. Sous cet épithélium, les muscles cutanés forment un sphincter.

La *gaine pharyngienne* est une cavité qui communique

avec le dehors par la bouche, dans laquelle se trouve logé le pharynx et qui nous apparaît comme une invagination des téguments.

Elle est cylindrique, longitudinale et s'étend depuis la bouche jusqu'au point où le pharynx se réunit aux trois branches principales de l'appareil digestif.

La gaine pharyngienne est tapissée par un épithélium en continuité avec celui de la bouche, mais plus aplati et non cilié. Toutefois, il existe dans la partie antérieure de la gaine deux bandes latérales, une à droite et l'autre à gauche, qui, dans les coupes transversales, présentent une disposition en papilles (fig. 229, *P.*) et qui sont formées de cellules hautes et d'aspect glandulaire.

Ce sont également des cellules cylindriques élevées qui tapissent le fond de la gaine, dans sa partie antérieure, et la portion tout à fait antérieure du pharynx au point où l'épithélium extérieur de celui-ci se continue avec l'épithélium de la gaine.

La musculature de la gaine est très réduite. On observe cependant, à la partie antérieure, des fibres longitudinales et des fibres circulaires qui se réfléchissent pour se continuer dans les couches musculaires externes du pharynx.

Des deux côtés de la gaine se trouvent des muscles dorso-ventraux.

Le *pharynx* est un tube cylindrique qui peut s'allonger, faire saillie en dehors de l'orifice buccal, se contracter et se contourner dans toutes les directions. Il est facile de se rendre compte de la façon dont fonctionne cet organe. Il suffit de comprimer graduellement une Planaire blanche entre deux lames de verre. La peau se déchire bientôt ainsi que le mésenchyme, tandis que le pharynx,

plus résistant, se détache et serpente au milieu des débris du corps de la Planaire écrasée. On voit alors ce pharynx isolé et errant dilater, en forme de trompette, son orifice distal ou postérieur, aspirer une certaine quantité de débris organisés, puis refermer cet orifice et, par des contractions péristaltiques dirigées d'arrière en avant, chasser les débris avalés vers l'orifice antérieur ou proximal par lequel on les voit sortir. Le pharynx exécute donc des mouvements alternatifs d'aspiration et de refoulement.

Le pharynx est un cylindre musculeux dont la lumière se continue avec celle de la branche intestinale antérieure et qui est rattaché, ainsi que sa gaine, par sa partie antérieure, au mésenchyme du corps.

L'étude des coupes sériées montre que le mésenchyme, entourant la branche principale antérieure, passe dans la base du pharynx et que de nombreuses fibres musculaires peu ramifiées, plongeant, d'une part, dans l'épaisseur des parois pharyngiennes et, d'autre part, dans le mésenchyme du corps, forment une attache solide et méritent le nom de *suspenseurs du pharynx.*

Le pharynx est constitué par les couches suivantes :

1° Un épithélium vibratile externe (fig. 229, *Ep.*) ;

2° Une zone mince de fibres musculaires longitudinales externes (fig. 229, *f. l. ext.*) ;

3° Une zone de fibres musculaires circulaires externes (fig. 229, *f. c. ext.*) ;

4° Une épaisse couche formée par des fibres musculaires radiaires (fig. 229, *C. r.*). Ces fibres sont bifurquées à leurs deux extrémités et vont des fibres circulaires externes aux fibres circulaires internes. Dans cette

couche radiaire, on distingue des fibres longitudinales disséminées (fig. 229, *f. l.*) qui me paraissent être les prolongements des muscles que j'ai appelés suspenseurs du pharynx. Les fibres radiaires sont séparées les unes des

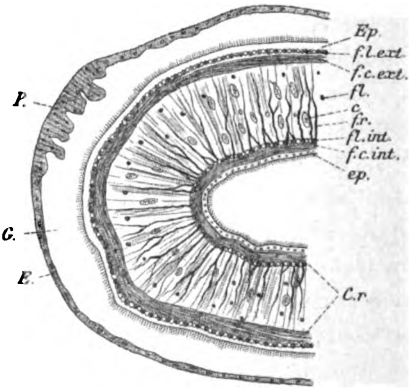


Fig. 229.

Portion d'une coupe transversale du pharynx, d'après une préparation faite suivant la méthode d'Heidenhain.

Ep., épithélium vibratile externe. — *f. l., ext.* fibres musculaires longitudinales externes. — *f. c. ext.*, fibres musculaires circulaires externes. — *f. l.*, fibres longitudinales disséminées dans la couche radiaire. — *c.*, cellules du mésenchyme. — *f. r.*, fibres musculaires radiaires bifurquées à leurs extrémités. — *f. l. int.*, fibres musculaires longitudinales internes. — *f. c. int.*, fibres musculaires circulaires internes. — *ép.*, épithélium vibratile interne. — *C. r.*, zone radiaire. — *G.*, gaine pharyngienne. — *E.*, épithélium de la gaine. — *P.*, papilles épithéliales de la gaine.

autres par un tissu conjonctif dense qui se continue en avant avec le mésenchyme du corps. Dans ce tissu conjonctif se trouvent, outre des fibres longitudinales disséminées, des cellules (fig. 229, *c.*) qui ne diffèrent pas sensiblement de celles du mésenchyme et ne semblent pas devoir être considérées comme glandulaires. On observe encore, dans ce tissu conjonctif, des fibres nerveuses :

5° Une zone de fibres musculaires longitudinales internes (fig. 229, *f. l. int.*);

6° Une zone de fibres musculaires circulaires internes (fig. 229 *f. c. int.*);

7° L'épithélium vibratile interne (fig. 229 *ép.*) qui, en avant, devient columnaire et passe insensiblement à l'épithélium de l'intestin.

Les fibres circulaires forment, avec les fibres radiaires, un véritable sphincter aux deux extrémités du pharynx.

Respiration et circulation. — La respiration se fait par toute la surface ciliée des téguments. Elle peut également se faire au niveau de la surface intestinale, surtout quand la Planaire lave son appareil digestif comme il a été dit plus haut.

Il n'y a aucun appareil circulatoire.

Description du système nerveux et des organes des sens. — Le système nerveux central est essentiellement constitué par le cerveau et deux nerfs longitudinaux.

Le *cerveau*, situé au niveau des yeux, comprend une large commissure (fig. 230 *c.c.*) transversale réunissant les deux lobes cérébraux (fig. 230, *l. c.*) qui apparaissent comme des élargissements latéraux de la commissure cérébrale.

En avant et latéralement les lobes cérébraux envoient de nombreux *nerfs sensoriels*, qui s'étendent principalement dans les tentacules (fig. 230, *t.*) où ils forment un plexus et qui vont se terminer sous la membrane basale.

Le cerveau est plongé dans le mésenchyme, mais il est

plus près de la face ventrale que de la face dorsale. Les coupes transversales montrent que la branche principale antérieure de l'appareil digestif est située dorsalement par rapport à la commissure cérébrale.

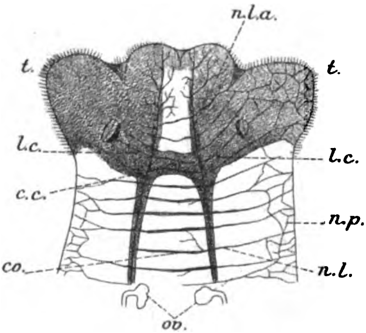


Fig. 230.
Système nerveux.

L. c., lobes cérébraux. — *c. c.*, commissure cérébrale. — *n. l. a.*, nerfs longitudinaux antérieurs. — *n. l.*, nerfs latéraux. — *co.*, commissures transversales des nerfs longitudinaux. — *n. p.*, plexus nerveux. — *t.*, tentacules et leurs nerfs sensoriels. — *Ov.*, ovaires (d'après Jijima).

L'examen histologique de la substance nerveuse du cerveau décèle la présence de fibrilles, de cellules nerveuses et d'une substance finement ponctuée.

Les deux *nerfs longitudinaux* peuvent être distingués en *nerfs longitudinaux antérieurs* (fig. 230, *n. l. a.*) qui se ramifient dans la ventouse céphalique, et en *nerfs longitudinaux postérieurs* qui s'étendent depuis le cerveau jusqu'à l'extrémité postérieure du corps.

Ces nerfs sont, comme le cerveau, plongés dans le mésenchyme du côté ventral. Ils partent de la commissure transversale du cerveau.

Les deux nerfs longitudinaux postérieurs sont réunis l'un à l'autre par un certain nombre de *commissures transversales scalariformes* (fig. 230, *co.*) que Jijima évalue à quarante-quatre.

Au niveau des commissures scalariformes, les nerfs longitudinaux émettent latéralement des *nerfs latéraux* (fig. 230, *n. l.*) qui se ramifient et s'anastomosent à la péri-

phérie pour former un *plexus nerveux* (fig. 230, *n. p.*) cutané sur lequel je reviendrai.

Les troncs longitudinaux donnent encore naissance à des filets nerveux qui se dirigent dorsalement dans le mésenchyme.

Entre le cerveau et le pharynx, les nerfs longitudinaux sont constitués par deux ou trois faisceaux nerveux qui sont parallèles les uns aux autres, mais séparés par du mésenchyme. Ces faisceaux parallèles se soudent entre eux aux points d'où naissent les commissures scalariformes et les nerfs latéraux. Ces points peuvent être considérés comme des *ganglions*, d'autant plus qu'on y observe des cellules nerveuses.

Au delà du pharynx, les nerfs longitudinaux ne se décomposent plus en faisceaux parallèles.

A peu près au niveau de l'extrémité proximale du pharynx, il existe, sur chaque nerf longitudinal, un centre ganglionnaire (fig. 231, *G.*) formé de grosses cellules nerveuses, particulièrement bien visible chez les jeunes individus. Ce ganglion est peut-être chargé d'innerver le pharynx.

En tout cas, il existe, dans le pharynx, des filets nerveux anastomosés en un plexus qui est surtout important vers l'extrémité libre de cet organe.

Les nerfs sont formés par une substance finement ponctuée dans laquelle on observe, vers la périphérie, des cellules nerveuses généralement bipolaires (fig. 231 *n. l.*). Ces cellules s'observent principalement dans les ganglions, c'est-à-dire dans les points où les commissures scalariformes et les nerfs latéraux sortent des nerfs longitudinaux.

Le *plexus cutané* est un réseau nerveux irrégulier qui s'étend en dessous et à l'intérieur de la couche des fibres musculaires longitudinales. Il résulte, comme on l'a vu plus haut, de la ramification des nerfs latéraux. Il est bien développé sur toute la face dorsale et sur les parties latérales de la face ventrale du corps.

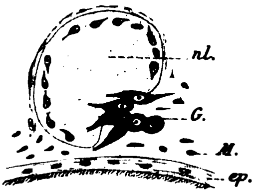


Fig. 231.

Coupe transversale d'un nerf longitudinal au niveau du point d'attache du pharynx, chez un jeune individu.

Ep., épithélium cilié de la face ventrale du corps. — *n. l.*, section du nerf longitudinal. — *G.*, ganglion. — *M.*, mésenchyme.

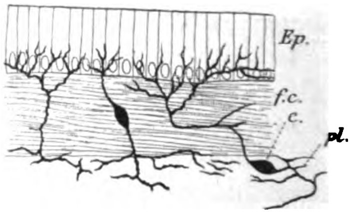


Fig. 232.

Cellules bipolaires et terminaisons nerveuses dans les téguments, d'après une préparation faite suivant la méthode de Golgi.

Ep., épithélium cutané. — *f. c.*, couche des fibres circulaires. — *p. l.*, plexus nerveux cutané. — *c.*, cellules nerveuses bipolaires.

Les coupes, faites suivant la méthode de Golgi, donnent de belles préparations qui permettent d'étudier la disposition du plexus nerveux et les terminaisons nerveuses. Le plexus de la couche des fibres longitudinales (fig. 232, *p. l.*) envoie, vers la surface épithéliale, de nombreux filets nerveux très sinueux et ramifiés qui traversent la couche des fibres musculaires circulaires (fig. 232, *f. c.*) et qui, arrivés à la base de l'épithélium, se ramifient abondamment. Toutes ces fines ramifications s'élèvent, dans l'épithélium, parallèlement au grand axe des cellules épithéliales et à

peu près jusqu'à la moitié de la hauteur de ces cellules (fig. 232, *Ep*).

Sur le parcours des filets nerveux qui vont du plexus à la périphérie, on observe des cellules bipolaires (fig. 232, *c*).

Organes des sens. — Le corps tout entier est doué d'une grande sensibilité que justifie l'existence du riche plexus nerveux cutané que nous venons de voir. La sensibilité générale est peut-être accrue encore par la présence, dans l'épithélium, des rhabdites rigides qui doivent impressionner les terminaisons nerveuses.

Les *tentacules* présentent un plexus nerveux plus serré encore que celui de la face dorsale du corps, et dont les filets nerveux viennent directement des lobes cérébraux.

Si, comme l'expérience le démontre, la Planaire blanche possède un sens olfactif, on peut se demander si ce sens spécial n'est pas localisé dans les tentacules.

La ventouse, qui est innervée par les nombreuses ramifications des nerfs longitudinaux antérieurs, est un organe essentiellement contractile et, par suite, il est naturel d'admettre que ses nerfs sont surtout des nerfs moteurs.

Les *yeux* se composent de trois parties : la coupe pigmentaire, le globe oculaire et le ganglion optique.

La coupe pigmentaire (fig. 233 *P.*) a son orifice dirigé en dehors et en haut. Elle est constituée par des granulations pigmentaires noires et sphériques.

Le globe oculaire a la forme d'une lentille biconvexe, il comprend la substance qui remplit la coupe pigmentaire. Ce sont des bâtonnets (fig. 233 *B.*) convergeant vers le fond de la coupe pigmentaire où ils semblent se fusionner et s'implanter dans une masse homogène (fig. 233, *s. h.*). Ces

bâtonnets rétiniens sont séparés les uns des autres par une mince couche de substance finement ponctuée.

Le ganglion optique (fig. 233 *G.*) est placé devant l'orifice de la coupe pigmentaire. Il est formé de fibres, de cellules bipolaires nombreuses et de substance ponctuée. Les fibres nerveuses du ganglion pénètrent dans le globe oculaire en un point (fig. 233 *p.*) qui est situé à la périphérie et en bas de l'orifice de la coupe pigmentaire et elles se dirigent vers le fond de la coupe. Ce sont peut-être ces fibres nerveuses (fig. 233 *n.*) qui forment la substance d'apparence homogène qui constitue la base commune des bâtonnets dans le fond de la coupe.

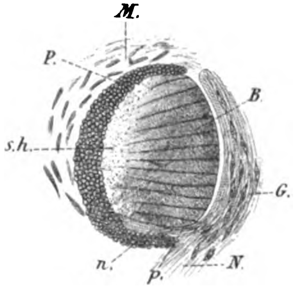


Fig. 233.
Coupe d'un œil.

C., coupe pigmentaire.— *B.*, bâtonnets du globe oculaire. — *s. h.*, substance homogène du fond du globe oculaire. — *G.*, ganglion optique. — *N.*, nerf allant au cerveau. — *p.*, point où les fibres nerveuses du ganglion pénètrent dans le globe oculaire. — *n.*, fibres nerveuses se dirigeant vers le fond de la coupe. — *M.*, mésenchyme.

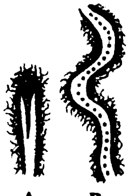
Quant au ganglion optique, il est relié au cerveau par des fibres nerveuses avec cellules bipolaires (fig. 233, *N.*).

Description des organes excréteurs. — Pour faire l'étude des organes excréteurs, il est presque indispensable de choisir de jeunes individus âgés de moins de un mois et à jeun; les animaux adultes, à cause de leur épaisseur et de leur opacité relative, sont impropres pour ce genre de recherches.

On comprime graduellement la jeune Planaire vivante

entre la lame de verre et la lamelle en aspirant avec précaution une partie de l'eau à l'aide d'un papier buvard, jusqu'à ce qu'on aperçoive le mouvement des cils des canaux.

Les fins canaux et leurs terminaisons ne sont bien visibles qu'avec un objectif à immersion.



Les organes excréteurs, désignés aussi par quelques auteurs sous le nom de système aquo-vasculaire, comprennent deux troncs collecteurs, des canaux capillaires, des flammes vibratiles terminales et des pores externes.

Les *deux troncs collecteurs* (fig. 234, *c.*) sont deux vaisseaux situés dorsalement, au-dessus des rameaux digestifs, l'un à droite et l'autre à gauche, et s'étendant sur toute la longueur du corps. Ils sont très sinueux, tordus par places, se bifurquant parfois en deux branches qui se soudent un peu plus loin. Leur disposition varie d'ailleurs d'un individu à un autre et, sur un même individu, la disposition n'est pas identique à droite et à gauche.

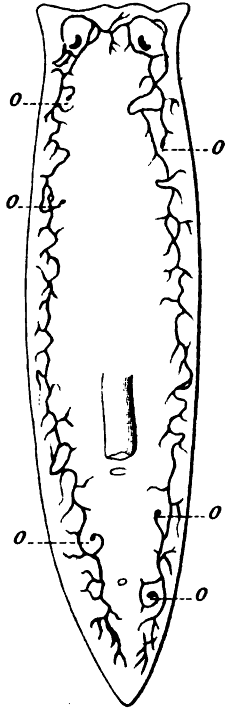


Fig. 234.
Appareil excréteur.

A, terminaison des ramifications de l'appareil excréteur. — B, canal excréteur. — C, troncs principaux du système excréteur. — O, orifices externes (d'après Jijima).

Chaque tronc collecteur se divise, en arrière de l'œil correspondant, en deux vaisseaux qui passent l'un à droite et l'autre à gauche de l'œil, pour se rejoindre en avant de celui-ci. Les deux troncs collecteurs sont réunis l'un à l'autre, en avant des yeux, par un canal transversal (fig. 234 C).

Les troncs collecteurs reçoivent un grand nombre de canaux sinueux qui deviennent de plus en plus étroits à mesure qu'ils se ramifient en s'enfonçant dans le mésenchyme.

Ces *canaux capillaires* ne peuvent être observés qu'avec une extrême difficulté, de sorte qu'il n'est pas possible de dire s'ils forment un réseau ou s'ils sont simplement dichotomes. Ces canaux sont pourvus, à certaines places, d'une ciliation qui établit un courant dans un sens déterminé.

D'après Jijima, les canaux excréteurs sont constitués par des cellules perforées. Ce qui est certain, c'est que la paroi finement granuleuse du canal est nette du côté de la lumière, tandis que du côté du mésenchyme elle est très floue et passe insensiblement au mésenchyme (fig. 234 B). Des noyaux se rencontrent, à des espaces assez éloignés, contre la paroi des canaux, sans qu'on puisse assurer si ces noyaux n'appartiennent pas au mésenchyme ambiant.

Les canaux capillaires sont fermés à leur extrémité par une cellule portant une *flamme vibratile*, quelquefois appelée entonnoir vibratile (fig. 234 A). Ces flammes terminales sont assez éloignées les unes des autres, mais se rencontrent depuis la région des yeux jusqu'à l'extrémité postérieure du corps.

Les *pores externes* de l'appareil excréteur s'ouvrent sur

la face dorsale du corps (fig. 234, *C. o.*). Ces pores sont plus ou moins symétriquement situés à droite et à gauche. Il semble en exister une paire en arrière du cerveau, une autre paire un peu plus en arrière, et deux paires dans la région des organes copulateurs.

Aux points qui correspondent aux orifices externes, le canal collecteur s'élargit, devient tordu et se dirige vers la face dorsale où l'on peut le suivre jusqu'à l'épiderme. Avant de s'ouvrir au dehors, il forme une faible dilatation qui se rétrécit bientôt de nouveau. Sur des coupes transversales, Jijima a pu voir que ces canaux dorsaux percent la membrane basale et arrivent à la base des cellules épidermiques où ils se dérobent à l'investigation.

Le contenu des canaux excréteurs est un liquide incolore contenant quelques granulations.

Description des organes génitaux. — La Planaire blanche, comme tous les Triclades, est hermaphrodite; elle est protérandre.

Nous étudierons successivement les organes mâles qui arrivent les premiers à maturité, puis les organes femelles, enfin le cloaque génital.

ORGANES MALES. — Les organes mâles comprennent les testicules, les canaux déférents, le pénis.

Testicules. — Les testicules sont des vésicules arrondies, très nombreuses, disséminées dans le mésenchyme depuis la région des ovaires jusqu'à l'extrémité postérieure (fig. 238, *T*). On les trouve aussi bien au-dessus qu'au-dessous de l'appareil digestif (fig. 235, *T*.).

Au début, les testicules sont des amas cellulaires solides

dépendant du mésenchyme. La formation des spermatozoïdes apparaît d'abord au centre de ces amas cellulaires. En même temps il se constitue en ce point une cavité dans laquelle il est aisé de suivre les phases de la spermatogénèse. Cette cavité n'a pas de paroi propre, elle est pourtant tapissée par des cellules, mais celles-ci sont elles-

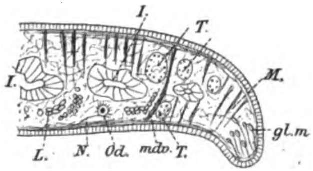


Fig. 235.

Portion d'une coupe transversale.

I., rameaux gastriques. — *N.*, nerf longitudinal. — *Od.*, oviducte — *T.*, testicules. — *L.*, lécithogènes. — *gl. m.*, glandes muqueuses. — *M.*, mésenchyme. — *m. d. v.*, muscles dorso-ventraux.

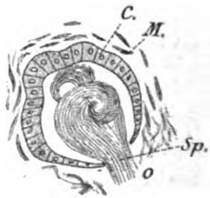


Fig. 236.

Coupe transversale d'un canal déférent.

C., cellules de la paroi. — *M.*, mésenchyme. — *O.*, orifice par lequel pénètrent des spermatozoïdes. — *Sp.*, spermatozoïdes.

mêmes des spermatogonies et des spermatocytes. A la périphérie on ne constate que du mésenchyme seulement un peu plus condensé, comme toujours au contact immédiat des organes, et constituant ce que Jijima nomme une *tunica propria*.

Les spermatozoïdes mûrs sont des filaments très fins et très longs. Ils sont éjaculés en petites masses ayant la forme de larmes bataviques.

Lorsque tous les spermatocytes d'une vésicule testiculaire ont évolué en spermatozoïdes, ceux-ci forment un amas dans une lacune du mésenchyme, sans qu'il soit possible de trouver trace d'un canal excréteur.

Je crois avec Jijima que les spermatozoïdes arrivent

aux canaux déférents par les interstices du mésenchyme, d'autant plus qu'à la maturité des organes mâles, les spermatozoïdes sont répandus un peu partout dans le mésenchyme.

Canaux déférents. — Les canaux déférents sont au nombre de deux, situés de chaque côté de la gaine du pharynx, en dedans des nerfs longitudinaux et des oviductes et en dessous de l'appareil digestif. Ce sont deux canaux sinueux (fig. 237 et 238, *cd.*) qui n'atteignent pas tout à fait en avant le point d'insertion du pharynx et qui, en arrière, convergent vers la ligne médiane pour s'ouvrir, sans se fusionner, dans la partie renflée du pénis. Leur extrémité antérieure, ordinairement plus large, paraît se terminer en cul-de-sac.

La paroi des canaux déférents n'est pas musculeuse, elle est formée par des cellules épithéliales peu élevées, non ciliées, qui s'aplatissent quand les canaux sont dilatés par le sperme. Du côté ventral, les canaux déférents présentent de nombreux orifices par lesquels pénètrent les spermatozoïdes (fig. 236).

Pénis. — Le pénis ou organe copulateur mâle présente une cavité spacieuse, il est presque sphérique et son extrémité libre est seulement légèrement étirée. La cavité (fig. 237, C) reçoit les deux canaux déférents. Elle est tapissée intérieurement par un épithélium glandulaire formant de nombreuses papilles contenant des granulations arrondies.

L'épithélium est entouré extérieurement par un épais feutrage de fibres musculaires qui sont en continuité avec la musculature de la gaine du pénis et celle de la partie

conique du pénis. Cette couche musculaire est entourée par le mésenchyme.

La cavité du pénis reçoit le produit de nombreuses cel-

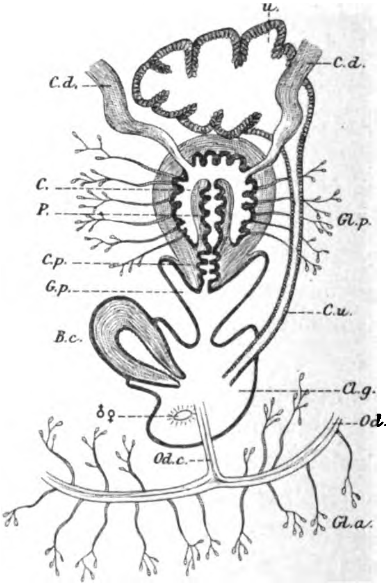


Fig. 237.
Appareil génital.

C. d., canaux déférents. — *C.*, cavité du pénis. — *P.*, partie invaginée du pénis. — *C. p.*, partie conique du pénis. — *G. p.*, gaine du pénis. — *Gl. p.*, glandes du pénis. — *U.*, utérus. — *c. u.*, canal utérin. — *B. c.*, bourse copulatrice. — *Od.*, oviductes. — *O. c.*, oviducte commun. — *Gl. a.*, glandes albumineuses. — *Cl. g.*, cloaque génital. — ♂ ♀, orifice génital.

lules glandulaires (fig. 237 *Gl. p.*) à canal très allongé. Ces *glandes du pénis* sont un peu ramifiées à leur extrémité périphérique, elles sont disposées radiairement autour de la cavité du pénis dont elles traversent la couche musculaire pour venir s'ouvrir entre les papilles de l'épithé-

lium. Le produit de ces glandes et de l'épithélium glandulaire sert peut-être à agglomérer les spermatozoïdes en petites masses.

La partie du pénis qui est libre dans la gaine est un cône musculeux (fig. 237, *C. p.*) qui, à l'état de contraction, présente une lumière inégale caractérisée par deux dilatations et trois constrictions. Cette partie conique présente la même structure que la gaine du pénis avec seulement une musculature plus développée.

La partie terminale du pénis est l'organe invaginé (fig. 237, *P*) dans la cavité du pénis et qui est susceptible de se dévaginer au dehors.

Elle a la forme d'un tube s'élevant verticalement dans la cavité du pénis et qui est en continuité avec le cône musculeux. Sa face interne, qui devient externe quand l'organe est dévaginé, est revêtue d'un épithélium d'apparence glandulaire qui, en coupe longitudinale, paraît dentelé. Ces dentelures sont dues à ce que la couche musculaire sous-jacente présente une série de cercles en relief séparés par des sillons, cercles et sillons qui sont uniformément revêtus de cellules épithéliales. Cet aspect est dû vraisemblablement à un état de contraction. La face externe, qui devient interne quand le pénis est dévaginé, est revêtue par un épithélium extrêmement aplati qui se continue avec l'épithélium de la cavité sphérique du pénis. Entre les deux couches épithéliales du tube pénial se trouvent des fibres musculaires qui se continuent avec la couche musculaire du cône musculeux et de la cavité sphérique du pénis.

Lorsque le tube pénial est dévaginé, l'appareil copula-

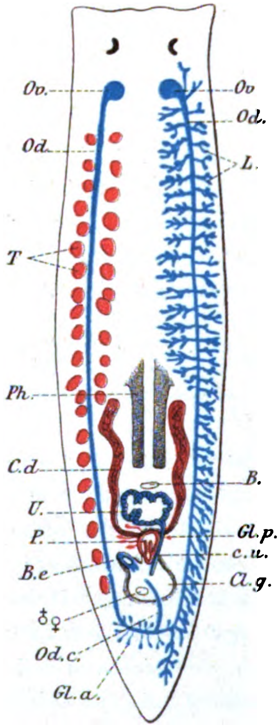


Fig. 238.
Schéma de l'appareil génital.

On n'a représenté les testicules et les lécithogènes que d'un seul côté. *Ov.*, ovaires. — *Od*, oviductes. — *Od. c.*, oviducte commun. — *L.*, lécithogènes. — *U.*, utérus. — *c. u.*, canal utérin. — *Gl. a.*, glandes albumineuses. — *B. c.*, bourse copulatrice. — *T.*, testicules. — *c. d.*, canaux déférents. — *P.* pénis. — *Gl. p.*, glandes du pénis. — *Cl. g.*, cloaque génital. — ♂ ♀, orifice génital. — *Ph.*, pharynx. — *B.*, bouche.

teur mâle est piriforme et présente un étranglement circulaire correspondant au cône musculeux.

La gaine du pénis n'est qu'un diverticule du cloaque génital.

Organes femelles. — Les organes femelles comprennent les ovaires, les oviductes, les lécithogènes, l'utérus et la bourse copulatrice.

Ovaires. — Comme tous les Triclades, la Planaire blanche a une paire d'ovaires située en arrière du cerveau, vers la 4e ou la 5e paire des branches secondaires de l'appareil gastrique (fig. 238, *Ov.*). Ils sont au-dessous des canaux gastriques et en dedans des nerfs longitudinaux.

Chez les jeunes individus, l'ovaire est une masse cellulaire pleine, entourée de toutes parts par le mésenchyme. C'est au centre de la masse ovarienne que les ovogonies commencent leur évolution. La division karyokinétique y devient très active, tandis que les cellules périphériques de

l'ovaire restent petites et inactives. L'évolution des ovogonies, comme celle des spermatogonies, se fait donc progressivement du centre à la périphérie.

Les cellules ovariennes sont plongées dans un stroma conjonctif avec noyaux qui, à la périphérie, se continue avec le mésenchyme ambiant. La contraction de ce stroma, sous l'influence des réactifs, donne aux coupes un aspect de réticulum dont les larges mailles sont occupées par une ovogonie.

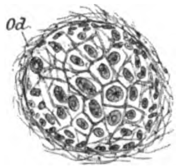


Fig. 239.
Coupe d'un ovaire.
Od., oviducte.

Mes coupes sériées ne m'ont rien montré qui puisse être rapporté aux organes décrits sous le nom de parovarium chez d'autres Triclades et notamment chez *Polycelis*.

Oviductes. — De chaque ovaire part un oviducte (fig. 238. *Od.*) qui descend en suivant le nerf longitudinal correspondant contre lequel on le trouve dans les coupes transversales du corps (fig. 235, *Od.*). Ils vont ainsi jusqu'à une certaine distance en arrière du pore génital. Là ils se dirigent vers la ligne médiane (fig. 237, *Od.*) où ils se soudent l'un à l'autre pour former un oviducte unique (fig. 237, *Od. c.*) qui remonte en avant pour finalement aller s'ouvrir dans le cloaque génital, en un point situé en arrière de la gaine du pénis et intermédiaire entre l'orifice du canal utérin et l'orifice de la bourse copulatrice.

L'oviducte est un canal à section circulaire dont la paroi est formée de cellules ciliées. Dans sa partie postérieure, cette paroi présente une seconde couche cellulaire périphérique qui paraît constituée par des cellules du

mésenchyme disposées radiairement autour du canal.

L'oviducte s'ouvre en avant dans l'ovaire. Cet orifice ovarien est souvent plus ou moins oblitéré par le stroma conjonctif de l'ovaire. Sur tout son trajet, il présente de nombreuses ouvertures latérales normalement oblitérées par une grosse cellule piriforme. C'est par ces orifices que les cellules lécithofères pénètrent dans l'oviducte, après la disparition des grosses cellules piriformes.

Dans leur partie postérieure, les oviductes portent de nombreuses glandes, nommées *glandes albumineuses* (fig. 237, *Gl.a.*) qui ressemblent beaucoup aux glandes du pénis que nous avons vues précédemment.

Lécithogènes. — Les lécithogènes (vitellogènes des auteurs) se rencontrent depuis la partie antérieure du corps, immédiatement en arrière du cerveau, jusqu'à l'extrémité postérieure (fig. 238, *L.*). Dans les coupes (fig. 235, *L.*), on les trouve sur le côté ventral, en dehors et en dedans des oviductes, mais souvent aussi ils envoient des rameaux qui remontent dorsalement entre deux branches secondaires de l'appareil gastrique. Ils sont ramifiés, convergent vers l'oviducte et se terminent dans le voisinage immédiat des orifices latéraux des oviductes.

Au début, les lécithogènes sont des cordons cellulaires pleins, entourés par le mésenchyme. Les cellules qui le constituent (cellules lécithofères) sont arrondies, pourvues d'un beau noyau et d'un cytoplasme très finement granuleux se colorant assez fortement.

Ainsi que pour les ovaires et les testicules, ce sont les cellules centrales qui arrivent les premières à maturité. Celles-ci sont entourées par des mailles d'un stroma con-

jonctif dont les aréoles s'accroissent à mesure que le nombre des cellules mûres augmente.

A la maturité, les lécithogènes ont envahi la plus grande partie du mésenchyme du corps.

Les cellules lécithofères tout à fait mûres, telles qu'on les observe dans les cocons (fig. 240), sont pourvues d'un gros noyau sphériqne à réseau de chromatine et à plusieurs gros granules de la même substance. Leur cytoplasme contient des vacuoles de diverses dimensions et un grand nombre de granules arrondis, réfringents, qui se colorent fortement par le carmin, l'hématoxyline et l'acide osmique. Son aspect, suivant les réactifs employés, est spumeux ou aréolaire. Elles sont pourvues de mouvements amœboïdes. Dans le paragraphe consacré à l'embryologie, nous terminerons l'histoire des cellules lécithofères.



Fig. 240.
Cellule lécithofère d'un cocon, à mouvements amœboïdes.
(Préparation suivant la méthode d'HEIDENHAIN.)

Ces cellules arrivent dans le cloaque génital par l'intermédiaire des oviductes.

Utérus. — L'utérus est une vaste poche située entre la partie postérieure de la gaine du pharynx et la partie antérieure du pénis. Un canal dorsal (fig. 237, *c. u.*), passant au-dessus de la gaine du pénis, le met en communication avec le cloaque génital dans lequel il s'ouvre à proximité de la bourse copulatrice.

La cavité utérine (fig. 237, *U.*) est vaste et irrégulière par suite des nombreux replis que présente sa paroi. Celle-ci

est formée intérieurement par un épithélium allongé. La paroi dorsale, qui est celle qui présente le plus de replis, a un épithélium à cellules piriformes pédonculées ; les parois antérieure, ventrale et postérieure ont un épithélium à cellules également allongées, mais non pédicellées et renfermant des corpuscules réfringents arrondis. Cet épithélium est entouré par le mésenchyme qui présente seulement à la base des cellules une mince condensation quelquefois appelée membrane basale.

Les cellules de l'utérus sont sécrétantes, elles produisent une substance qui est destinée à former la coque chitineuse des cocons. Leur produit visqueux et contenant des granulations réfringentes se colore par le carmin. On l'observe, dans les coupes, sous forme d'un feutrage granuleux qui obstrue quelquefois le canal utérin. Cette sécrétion s'écoule dans le cloaque génital où, blanche au début, elle ne tarde pas à prendre une couleur jaune clair. Elle perd alors la propriété de se colorer par le carmin, elle devient de moins en moins élastique et, lorsqu'elle a pris une teinte d'un brun marron, elle paraît transformée en chitine.

Lorsqu'on taquine une Planaire au début de la formation du cocon, il n'est pas rare, dans les efforts qu'elle fait pour fuir au plus vite, de voir sortir par le pore génital des tortillons d'une substance blanche qui n'est autre que le produit de sécrétion de l'utérus.

Le *canal utérin* est tapissé sur toute sa longueur par un épithélium cylindrique, mais moins élevé que celui de l'utérus et qui présente aussi, surtout à sa base, des corpuscules réfringents, semblables à ceux des parois de l'utérus. L'épithélium du canal utérin n'est séparé du mésen-

chyme environnant, comme celui de l'utérus, que par une ligne paraissant due à une condensation du mésenchyme.

Bourse copulatrice. — La bourse copulatrice (fig. 237, *B. c.*) est un organe creux, presque aussi grand que le pénis, piriforme. L'extrémité renflée est plongée dans le mésenchyme, tandis que l'extrémité pointue est libre à l'intérieur d'une gaine qui est un diverticule du cloaque génital.

Elle est tapissée intérieurement par un épithélium. Celui-ci est entouré d'un épais feutrage de fibres musculaires et, à l'extérieur, se trouve une couche de fibres circulaires en rapport avec le mésenchyme. D'après Jijima, des cellules glandulaires déversent leurs produits dans la cavité de l'organe.

La bourse copulatrice est un organe copulateur femelle dont le rôle d'ailleurs n'est pas suffisamment défini.

Cloaque génital. — C'est une cavité (fig. 237, *Cl. g.*) qui est susceptible de se dilater considérablement, dans laquelle se trouvent l'orifice du canal utérin, celui de l'oviducte et les extrémités libres du pénis et de la bourse copulatrice. Elle est en communication avec l'extérieur par le pore génital qui est muni d'un sphincter.

La paroi comprend un épithélium et une mince couche musculaire.

C'est dans le cloaque génital que se forme le cocon chez la Planaire blanche, mais il n'en est pas de même dans toutes les espèces de Paludicoles. Chez *Planaria polychroa*, le cocon est pédicellé et il se forme dans l'utérus.

Embryogénie. — Le cocon sphérique et sessile que pond

la Planaire blanche a un diamètre de 3 à 4 millimètres. Il renferme un nombre immense de cellules lécithofères et un nombre d'œufs qui peut dépasser quarante.

Environ dix heures après la ponte, les œufs présentent les deux pronucléi mâle et femelle et sont entourés chacun par une vingtaine de cellules nutritives radiairement disposées.

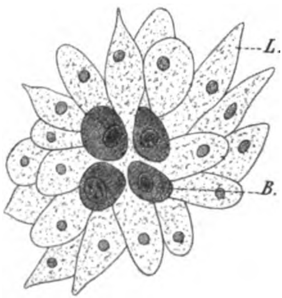


Fig. 241.
Division d'un œuf en quatre blastomères.

B., blastomères. — *L.*, cellules lécithofères.

L'œuf, qui est alécithe, subit une segmentation totale et égale. Vingt-quatre heures après la ponte, il est au stade deux. Trente heures après la ponte, il est au stade quatre (fig. 241). Dans le troisième jour après la ponte, il est au stade seize. Et la segmentation se continue ainsi à peu près régulièrement.

Après le stade huit, les lécithofères qui entourent l'œuf immédiatement entrent en diffluence et leur fusion en une masse syncytiale constitue un milieu nutritif spécial dans lequel sont plongés les blastomères qui cessent d'être adjacents.

Vers le stade vingt, les lécithofères désagrégés et fusionnés forment une masse à contour assez nettement délimité. Alors les cellules nutritives les plus voisines de cette masse se disposent à leur tour radiairement autour de cette dernière, elles y adhèrent par leur base, de sorte que l'œuf en voie de développement est de nouveau hérissé de cellules nutritives sur toute sa surface.

Cette seconde série de lécithofères radiaires entre elle-même à son tour en diffluence vers le quatrième jour après la ponte (fig. 242) et accroît d'autant la masse syncytiale formée par la première série. Les lécithofères radiaires de la première et de la deuxième série varient en nombre d'un embryon à un autre, de sorte que les masses syncy-

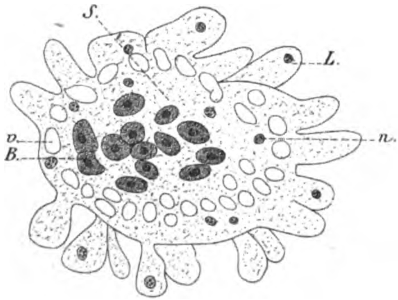


Fig. 242.
Coupe d'un stade à trente-quatre blastomères.

B., blastomères. — *L.* lécithofères, de la deuxième série. — *n.*, noyaux des lécithofères désagrégés. — *S.*, syncytium. — *v.*, vacuoles.

tiales présentent des volumes différents pour des stades correspondants.

Le syncytium, formé par la diffluence des lécithofères, présente sur les coupes une masse homogène granuleuse renfermant des vacuoles, les noyaux des lécithofères détruits et enfin les blastomères disséminés dans sa masse et continuant à proliférer. Le syncytium contribue pour une bonne part à la formation du mésenchyme du corps.

Vers le quatrième ou le cinquième jour après la ponte, le nombre des blastomères est déjà considérable. C'est

alors que les différentes parties de l'embryon commencent à se différencier.

Il se constitue d'abord un *ectoderme primaire* aux dépens des blastomères les plus périphériques qui vont s'aplatir à la surface de la masse syncytiale (fig. 243 et 244, *Ect.*).

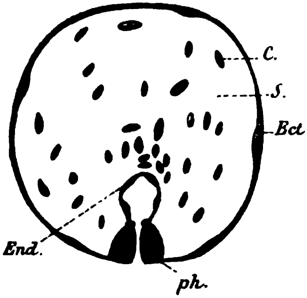


Fig. 243.
Embryon avant que le pharynx provisoire ait fonctionné.

Ect., ectoderme primaire. — *End.*, endoderme primaire. — *ph.*, pharynx provisoire. — *C.*, blastomères. — *S.*, syncytium.

Nota : Les noyaux des cellules lécithofères désagrégées ne sont pas représentés dans le syncytium.

L'*endoderme primaire* est représenté par un amas de quatre cellules qui ne tardent pas à circonscrire une petite cavité, le mésentéron (fig. 243, *End.*).

Le *pharynx provisoire* se différencie, en même temps que le mésenteron, aux dépens d'une vingtaine des blastomères les plus voisins des cellules endodermiques. Sa paroi interne et sa paroi périphérique sont formées par des cellules aplaties comme celles de l'ectoderme ; sa couche moyenne, assez épaisse, est constituée par des cellules musculaires dont les prolongements relient la paroi interne à la paroi périphérique.

L'embryon ainsi ébauché est à peu près sphérique ; il possède dans son syncytium une cinquantaine de blastomères disséminés qui continuent à se diviser.

Tant que le pharynx provisoire ne fonctionne pas, la cavité du mésentéron est très réduite (fig. 243). Mais dès que le pharynx fonctionne, il avale, en très peu de temps,

une grande quantité de cellules lécithofères et le volume de l'embryon s'accroît très rapidement par suite de la dilatation de la cavité gastrique (fig. 244). C'est un phénomène curieux que celui de ces tout petits embryons se gonflant à la manière d'une bulle de savon.

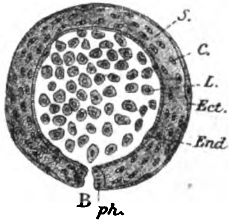


Fig. 244.
Embryon sphérique après que le pharynx provisoire a commencé à fonctionner.

B., bouche. — *ph.*, pharynx provisoire. — *Ect.*, ectoderme primaire. — *End.*, endoderme primaire. — *C.*, blastomères. — *S.*, syncytium. — *L.*, cellules lécithofères avalées.

La bouche ou blastopore se ferme, le pharynx provisoire entre en dégénérescence et, à sa place, on ne trouve plus qu'un amas de cellules embryonnaires aux dépens desquelles se constituent le *pharynx définitif* et sa gaine. Puis une bouche définitive se forme.

L'apparition du pharynx définitif coïncide avec un changement dans la forme de l'embryon qui s'allonge et s'aplatit dorso-ventralement (fig. 245).

Ce sont les blastomères disséminés dans le syncytium qui sont les éléments de la formation de l'ectoderme et de l'endoderme définitif.

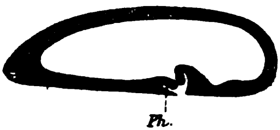


Fig. 245.
Jeune avec pharynx définitif.

La forme arborisée de l'appareil gastrique résulte de la formation de cloisons qui, partant de la périphérie du corps, se dirigent vers l'intérieur de la cavité intestinale.

Tous les tissus et tous les organes, notamment le cerveau et les organes génitaux, se constituent aux dépens d'amas de cellules embryonnaires dérivant des blas-

tomères qui ont toujours continué à se segmenter.

Rien dans l'embryologie de la Planaire blanche ne rappelle une formation mésodermique. Si l'on considère que le cerveau qui, dans tous les animaux, se constitue aux dépens de l'ectoderme, se forme ici aux dépens des cellules disséminées dans le syncytium et qui ne sont autres que les cellules du mésenchyme, on voit que le mésenchyme doit être regardé comme une formation ectodermique.

Anomalies de la planaire blanche. — Une anomalie très curieuse, en ce sens qu'elle me paraît être l'origine d'une race, est celle que présentent certains individus de la Planaire blanche chez lesquelles les branches postérieures de l'intestin forment un ovale autour du pharynx et des organes copulateurs, en se soudant en arrière de ceux-ci en une branche unique et médiane.

Chez ces individus adultes (fig. 246), le pharynx est plissé comme s'il était placé dans une gaine trop courte et la bouche se trouve au milieu du corps, ou même en avant du milieu, au lieu d'être située franchement dans la seconde moitié, comme c'est le cas pour les individus normaux.

Les jeunes, chez lesquels les organes copulateurs ne sont pas encore développés et qui présentent la particularité anatomique en question, ont la bouche située dans la seconde moitié du corps comme les jeunes normaux (fig. 247).

Chez le jeune anormal, comme chez les individus normaux, la longueur de la branche antérieure de l'intestin est à celle des branches postérieures comme 3 est à 5, et

la longueur de la partie prébuccale du corps est à celle de la partie rétrobuccale comme 9 est à 5. Chez les individus anormaux adultes, les longueurs de la branche antérieure et des branches postérieures sont entre elles comme 1 est à 2, et la bouche est médiane ou à peu près. J'ai pris ces mesures sur les animaux à l'état d'extension, tels qu'ils se présentent lorsqu'ils rampent en glissant lentement.

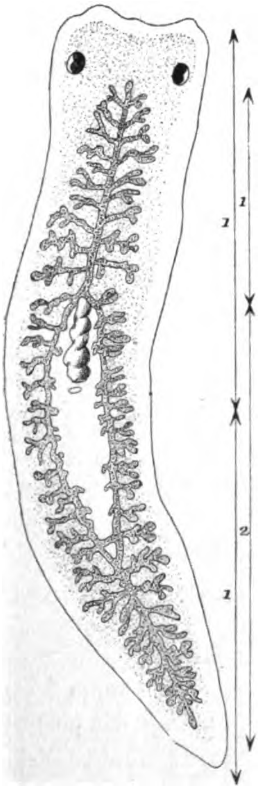


Fig. 246.
Cas tératologique.

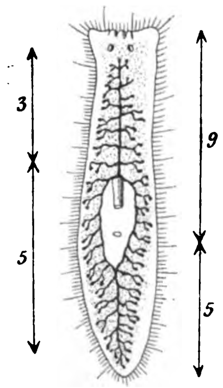


Fig. 247.
Cas tératologique. Jeune individu.

Ainsi, c'est un fait bien établi; c'est secondairement qu'il se produit, chez nos individus monstrueux, un allongement de la seconde moitié du corps.

Les conditions qui amènent l'allongement secondaire de la deuxième moitié du corps peuvent être précisées. En effet, l'espace dans lequel doivent se développer le pharynx et les organes copulateurs, étant fermé en arrière de bonne heure (j'ai en effet rencontré l'anomaliè en question chez un jeune à l'éclosion), il en résulte que ces organes sont gênés dans leur accroissement. Aussi le pharynx des individus anormaux est-il plissé dans sa gaine.

Il n'y a pas de doute que l'allongement secondaire ne porte que sur la région des organes d'accouplement et ne s'effectue à mesure que ceux-ci s'accroissent.

On peut donner, comme démonstration de cette assertion, les rapports de longueur linéaire entre la partie circumbuccale des branches postérieures et la partie postérieure impaire de ces mêmes branches dans les jeunes et les adultes.

Dans les jeunes anormaux (fig. 247), la longueur des branches postérieures, depuis l'insertion du pharynx jusqu'au point où elles se réunissent en arrière de la bouche, est à peu près égale à la longueur de la partie impaire de ces mêmes branches.

Dans les individus anormaux adultes, au contraire, ces deux mêmes longueurs sont entre elles comme 7 est à 5.

On voit donc que l'allongement de la partie postérieure du corps de ces individus anormaux adultes est plus grand dans la région des organes copulateurs qu'en arrière de cette région.

Il est intéressant de constater que les particularités, que j'ai signalées dans le cas tératologique en question, se retrouvent dans une espèce de Corfou et de Céphalonie trouvée par Osc. Schmidt et décrite par lui sous le nom de

Dendrocœlum Nausicaæ (fig. 248). Cette espèce pourrait bien être d'origine tératologique.

La Planaire blanche présente encore d'autres formes anormales, bicéphales ou à queue bifide. Ces cas nous amènent aux phénomènes de régénération.

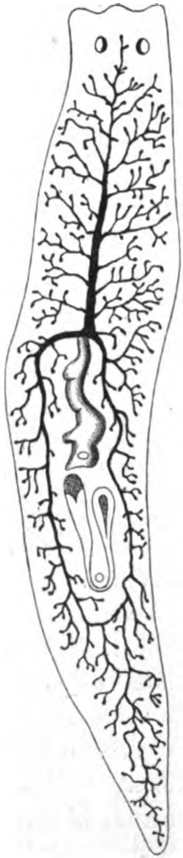


Fig. 248. Dendrocœlum Nausicaæ, d'après Osc. Schmidt.

Régénération des parties mutilées et hétéromorphoses. — Pallas, Draparnaud, Moquin et surtout Dugès ont parfaitement établi que les Planaires peuvent régénérer les parties de leur corps enlevées par traumatisme et que les portions détachées elles-mêmes sont susceptibles de se compléter et de constituer un individu nouveau. Les expériences faites à ce sujet ont été répétées bien des fois et sont devenues classiques.

Dugès a parfaitement résumé ces observations sur la question dans la phrase suivante : « Coupée, déchirée dans tous les sens, une Planaire continue à vivre, à se mouvoir, à sentir dans chacun de ses fragments principaux, qu'ils proviennent des régions médianes ou latérales, antérieures ou postérieures ; et, chose à mon sens bien remarquable, chaque lambeau, fût-ce même le bout de la queue, commence, aussitôt que le premier moment de douleur et

d'irritation est passé, à marcher dans la direction même que suivrait le corps entier de l'animal, c'est-à-dire de la tête à la queue, comme si toute molécule nerveuse ou du moins tout agrégat de ces molécules était orienté, polarisé à l'instar du système total : ou, ce qui revient au même, comme si la polarisation de tout le système ne dépendait

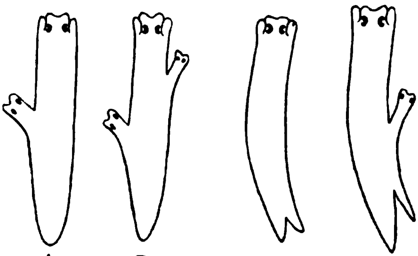


Fig. 249.
Cas d'hétéromorphose.

que de la polarisation particulière de chaque molécule nerveuse. »

Les expériences de Dugès peuvent être répétées avec facilité. A l'aide d'un emporte-pièce, on peut enlever un lambeau en un point quelconque du corps de la Planaire. Ce lambeau se complète en conservant toujours la même orientation qu'il avait dans l'animal entier. On peut à volonté produire des têtes ou des queues supplémentaires suivant la direction des sections latérales. C'est ce que montrent les figures 249, A, B et C. Dans le cas représenté dans la figure D, j'ai vu que, lorsque les deux segments, tête et queue, n'adhèrent à l'individu mère que par une surface restreinte, ils peuvent se séparer spontanément de celui-ci et former un individu indépendant et complet.

Ces cas particuliers de régénération, avec production d'organes différents de ceux qui existaient antérieurement au niveau de la blessure, ont été désignés par Loeb sous le nom d'*hétéromorphose*.

En étudiant, par la méthode des coupes, les bourgeons qui doivent régénérer les parties mutilées, on constate que les phénomènes d'histogenèse et d'organogenèse dans la régénération sont essentiellement les mêmes que dans le développement ontogénique.

La Planaire blanche peut, paraît-il, se reproduire par division spontanée.

Parasites de la Planaire blanche. — Les parasites de la Planaire blanche sont au nombre de cinq :

1° Le *Trichodina Steinii* Clap. et Lachm. ; infusoire péritriche dextre qui vit à la surface de la peau en ectoparasite ;

2° L'*Opalina polymorpha*, M. Schultze ; infusoire holotriche trichostomide, qui vit dans l'appareil digestif ;

3° Une *Grégarine* endoparasite, mais qui est plus rare que chez les *Planaria ;*

4° Une *Coccidie ;*

5° Un nématode enkysté dans les fibres musculaires rayonnantes du pharynx. D'après Leuckart, ce nématode serait la forme asexuée du *Mermis nigrescens*, Duj.

Méthodes techniques. — Nous avons eu l'occasion, dans divers paragraphes de cette monographie, d'indiquer quelques méthodes d'observation.

Pour tuer et fixer la Planaire, on peut employer la méthode de Lang, mais je me suis servi de préférence

d'une solution saturée de chlorure mercurique à laquelle on ajoute 5 centimètres cubes d'acide acétique glacial pour 45 centimètres cubes de solution. On laisse agir environ une heure, puis on traite les pièces de la façon suivante : On fait une solution d'iode à 10 p. 100 dans l'alcool à 95°. D'autre part, on verse goutte à goutte cet alcool iodé dans de l'alcool à 50° jusqu'à ce qu'on obtienne une couleur de vin de Marsala. On met les pièces dans cet alcool qui se décolore ; on jette l'alcool décoloré et on le remplace par une solution iodée semblable autant de fois qu'il est nécessaire, jusqu'à ce qu'il ne se produise plus de décoloration. On fait alors passer les pièces par la série des alcools.

J'ai aussi employé avec beaucoup de succès la liqueur d'Hermann composée de :

Chlorure de platine à 1 p. 100	150 .
Acide acétique glacial	10
Acide osmique à 1 p. 100.	15

après lavage, on fait passer les pièces dans la série des alcools.

Tous les colorants réussissent bien, particulièrement les divers carmins et l'hématoxyline. La Planaire peut être colorée entière avant d'être coupée, mais je préfère la coloration sur coupes. La méthode d'Heidenhain à l'alun de fer et d'ammoniaque et à l'hématoxyline donne de fort belles préparations. L'emploi de la méthode de Golgi est indispensable pour l'étude des terminaisons nerveuses.

Bibliographie.

On trouvera les renseignements sur la bibliographie de *Dendrocœlum lacteum* dans :

ISAO IIJIMA. — *Untersuchungen über den Bau und die Entwicklungsgeschichte der Süsswasser-Dendrocœlen (Tricladen).* (Zeitsch. für wiss. Zoologie, t. XL, 1884.)

P. HALLEZ. — *Catalogue des Rhabdocœlides, Triclades et Polyclades du nord de la France*, 2e édit., Lille, 1894 (1re édit., 1890).

P. HALLEZ. — *Morphogénie générale et affinités des Turbellariés.* (Trav. et Mém. des Facultés de Lille, t. II, Mém. n° 9), 1892.

G. CHICHKOFF. — *Recherches sur les Dendrocœles d'eau douce,* (Triclades). (Arch. de Biologie, t. XII, 1892).

BERGENDAL. — *Några anmärkningar om Sveriges Triclader.* (*öfversigt af kongl. Vetenskaps-Akademicus Förhandlingar,* 1892, n° 10). Stockholm.

H. BOLSIUS. — *Aulostomum attaqué par Dendrocœlum lacteum* (Ann. Soc. scientifique. Bruxelles, t. XVIII), 1894.

OTTO FUHRMANN. *Die Turbellarien der Umgebung von Basel.* Genève, 1894.

F. VEJDOVSKY. — *Zur vergleichenden Anatomie der Turbellarien.* (Zeitsch. f. wiss. Zool., t. LX), 1895.

RINA MONTI. — *Sul sistema nervoso dei Dendrocœli d'acqua dolce.* (Bollettino scientifico, n° 2-3). Pavia, 1896.

WOODWORTH. — *Notes on Turbellaria* (Amer. Naturalist., vol. XXX), 1897.

CHAPITRE XVIII

POLYCLADES

Par Paul HALLEZ
Professeur à l'Université de Lille.

LA TRÉMELLAIRE

Leptoplana tremellaris, ŒRSTED.

SYNONYMIE. — *Fasciola tremellaris*, O.-FR. MÜLLER, 1774. — *Planaria tremellaris*, O.-FR. MÜLLER, 1776. — *Planaria pellucida*, BOSC, 1803. — *Planaria flexilis*, DALYELL, 1814. — *Leptoplana hyalina*, EHRENBERGH, 1831. — *Leptoplana tremellaris*, ŒRSTED, 1843. — *Polycelis levigatus*, DE QUATREFAGES, 1845. — *Leptoplana lævigata*, DIESING, 1850. — *Leptoplana flexilis*, DIESING, 1850. — *Elasmodes flexilis*, STIMPSON, 1857.

Place de la Trémellaire dans la systématique. — La Trémellaire fait partie de la classe des Polyclades que l'on peut caractériser de la manière suivante :

« Vers holociliés, à intestin principal simple, d'où partent des branches intestinales en nombre variable. Rameaux intestinaux ramifiés ou anastomosés. Pharynx à bords

plissés ou en collerette, quelquefois tubuleux, inséré sur l'intestin principal, mais en un point variable. Orifices mâle et femelle distincts, exceptionnellement réunis (genres Stylochoplana et Discocelis). Animaux marins, à corps mou, aplati et couvert d'un épithélium cilié. La trochosphère est connue sous le nom de larve de Müller. »

La plupart des auteurs rattachent encore les Polyclades aux Turbellariés. C'est qu'en effet les Polyclades et les Triclades ont une organisation en apparence si semblable qu'on les réunit dans une même division, les Dendrocœlides.

Mais quand on compare l'organisation des Polyclades et celle des Triclades, on est frappé des différences profondes qui existent entre ces organismes. La disposition de l'appareil digestif n'est pas comparable dans les deux types ; les Triclades n'ont que deux ovaires, les Polyclades en ont un grand nombre ; les Triclades possèdent des glandes lécithogènes et un cloaque génital qui font défaut chez les Polyclades ; les Triclades n'ont rien qui rappelle une formation mésodermique qui existe au contraire chez les Polyclades ; les Triclades n'ont pas de forme larvaire mais présentent un stade qui rappelle la planula des Cnidaires, tandis que les Polyclades à métamorphoses ont une forme larvaire qui les rapproche des Vers. Bien d'autres différences moins importantes que les précédentes séparent encore les Polyclades des Triclades, de sorte qu'on est amené à considérer les ressemblances superficielles, que présentent ces deux groupes, comme purement adaptatives et dues à une convergence produite par un même genre de vie, la reptation.

Les Polyclades peuvent être divisés en huit familles, de la manière suivante :

TRIBUS.			FAMILLES.
Acotylés. Pas de ventouse.	Des tentacules nucaux. Bouche vers le milieu du corps.		1. *Planocérides.*
	Pas de tentacules.	Bouche vers le milieu du corps. .	2. *Leptoplanides.*
		Bouche en arrière.	3. *Cestoplanides.*
		Bouche en avant .	4. *Enantiades.*
Cotylés. Une ventouse ventrale.	Pharynx plissé. Pas de tentacules. Organes copulateurs mâles nombreux.		5. *Anonymides.*
	Pharynx en collerette. Des tentacules frontaux. . . .		6. *Pseudocérides.*
	Pharynx tubuleux.	Des tentacules frontaux (excepté chez Aceros). Corps ovale	7. *Euryleptides.*
		Pas de tentacules. Corps allongé . .	8. *Prosthiostomides.*

La Trémellaire appartient à la famille des Leptoplanides, dont voici les caractères, d'après LANG.

« Bouche et pharynx à peu près au milieu du corps. Intestin principal au-dessus de la gaine pharyngienne, s'étendant fréquemment en avant, très rarement en arrière au delà de celle-ci, avec nombreuses branches intestinales. Organe copulateur mâle dirigé en arrière. Ni tentacules nucaux, ni tentacules frontaux, parfois de simples proéminences cutanées, transparentes, à la place des tentacules nucaux des Planocérides. Yeux nombreux, groupés de façons très variables, fréquemment disposés : 1° en deux groupes arrondis latéraux à la place où se

trouvent, chez les Planocérides, les tentacules nucaux, et 2° en un double groupe cervical. En outre, des yeux se trouvent souvent sur le bord du corps. Dans un genre, toute la tête est garnie d'yeux serrés. Développement sans métamorphose. Formes larges, ovales ou longues elliptiques. »

DIVISION DE LA FAMILLE DES LEPTOPLANIDES EN GENRES

1. Corps ovale	(2).
Corps allongé	(3).
2. Un seul orifice génital. Yeux en deux groupes tentaculaires, en un groupe cervical et sur le bord antérieur du corps	*Discocelis*.
Deux orifices génitaux. Yeux petits, non distincts, dispersés en un grand groupe cervical et autour de la région cervicale; très petits yeux tout autour du corps; point d'yeux tentaculaires apparents	*Cryptocelis*.
3. Yeux en deux groupes tentaculaires parfois indistincts et en un groupe cervical, absents sur le bord du corps	*Leptoplana*.
Yeux nombreux dispersés sur toute la région céphalique	*Trigonoporus*.

La Trémellaire a le corps élargi en avant, s'atténuant graduellement en arrière, transparent, incolore ou jaunâtre avec taches roussâtres. Les yeux tentaculaires forment deux groupes plus ou moins arrondis, composés chacun d'environ six gros et trois à six petits yeux. Les yeux cervicaux forment deux bandes plus ou moins allongées et légèrement convergentes en avant, composées

chacune d'environ vingt à vingt-cinq petits yeux. La longueur du corps est de 10 à 20 millimètres.

Éthologie. Mœurs. — La Trémellaire est le Polyclade le plus commun de toutes les côtes françaises de la mer du Nord, du détroit du Pas-de-Calais, de la Manche et de l'Océan.

Elle vit aussi dans la mer Méditerranée où elle est cependant moins commune, au moins sur les côtes de France, que le *Prosthiostomum siphunculus*, Lang.

Elle habite en outre la mer Noire, la mer Rouge, la mer d'Irlande, les côtes de l'Angleterre, de la Belgique, de la Hollande, de la Norwège et du Danemark.

Sa distribution géographique est donc très étendue.

On la rencontre depuis le niveau du balancement des marées jusqu'à 100 mètres de profondeur.

A la côte, on la trouve dans les zones des Fucus et des Laminaires, pendant toute l'année, sous les pierres où, grâce à sa transparence parfaite, elle est toujours dissimulée, quelle que soit la couleur du corps sur lequel elle se tient; elle ne trahit sa présence que par ses mouvements.

On peut s'en procurer facilement un grand nombre d'exemplaires en ramenant de la grève des paquets de moule ou, suivant les localités, des paquets de Zostères ou de Posidonies que l'on met dans un aquarium dont on ne renouvelle pas l'eau. Au bout d'un ou deux jours, les Trémellaires, cachées dans les byssus de la moule ou dans les feuilles, quittent leur refuge et viennent ramper sur les parois de l'aquarium où on les recueille facilement à l'aide d'une petite spatule flexible.

On peut les conserver vivantes pendant plusieurs mois

en les mettant dans des cuvettes dans lesquelles on établit un courant d'eau. A défaut d'eau de mer sous pression, on peut se contenter de renouveler l'eau une ou deux fois par jour, suivant la température. Enfin, à cause du mucus qui se dépose sur les parois des cuvettes qui contiennent un certain nombre de Trémellaires, il est bon de changer celles-ci de cuvettes de temps en temps. Si on néglige de prendre ces précautions, ou si l'eau n'est pas suffisamment pure, la Trémellaire monte au-dessus de la surface du liquide et on la trouve desséchée sur place, ou bien elle reste au fond de la cuvette et se désagrège progressivement. Il n'est pas rare de voir des Trémellaires, dont l'extrémité postérieure s'est ainsi détruite, continuer néanmoins à ramper jusqu'à diffluence complète du corps.

La Trémellaire fuit la lumière. Aussi est-il prudent de mettre les cuvettes dans lesquelles on les conserve dans un endroit peu éclairé et frais. Ces soins sont surtout nécessaires si l'on se propose d'obtenir des pontes.

Au repos, les Trémellaires se tiennent blotties dans le point le plus obscur de la cuvette où, généralement, elles se rassemblent toutes. Le corps a alors une forme ovalaire ou elliptique à contours irréguliers et, si on ne le dérange pas, l'animal reste souvent de longues heures à la même place. Il peut adhérer assez fortement aux parois du vase.

Quand il rampe, soit sur la paroi de l'aquarium, soit même à la surface de l'eau, le corps allongé est élargi en avant ; il s'atténue progressivement en arrière et ses bords sont légèrement ondulés (fig. 250).

Si on excite la Trémellaire ou si on la fait tomber brusquement dans l'eau, elle se met à nager. Dans ce cas, ce sont les parties latérales élargies de la région céphalique

qui battent l'eau et jouent le rôle de rames, les bords du corps étant fortement ondulés.

La Trémellaire se nourrit de petits animaux et des particules organiques qu'elle trouve en abondance dans les byssus de la moule, sur les colonies d'Hydroïdes, de Botrylles, de Bryozoaires, etc.

Elle paraît pondre pendant une grande partie de l'année. J'ai en effet obtenu des pontes pendant les séjours que je fais à la mer pendant les mois d'août, de septembre, d'octobre et pendant les vacances de Pâques. Les pontes constituent des plaques plus ou moins étendues, de 1 à 2 centimètres ordinairement, formées par un nombre d'œufs parfois très considérable. Ces plaques adhèrent aux parois du vase ou aux algues sur lesquelles elles sont déposées, mais cependant pas assez fortement pour qu'on ne puisse pas les détacher facilement et d'une seule pièce avec la pointe d'un scalpel. On peut alors les porter sur le porte-objet du microscope, à l'aide d'un pinceau, et reconnaître que chaque œuf est sphérique et entouré d'une coque résistante, transparente, polyédrique par pression réciproque et que l'œuf ne remplit pas entièrement.

L'accouplement n'a pas été observé. Mais la fécondation de l'œuf s'effectue certainement avant la ponte.

Morphologie externe. — Nous avons vu, dans le paragraphe précédent, les différentes allures de la Trémellaire au repos, dans la reptation et dans la natation.

Son corps est extrêmement aplati dorso-ventralement, ce qui justifie le nom de *pellicule animée* que Dicquemare et Dicquem ont donné à cet animal. Il est aussi le plus

souvent d'une transparence parfaite et c'est ce caractère qui fit désigner la Trémellaire sous le nom de *Planaria pellucida* par Bosc et sous celui de *Leptoplana hyalina* par Ehrenbergh.

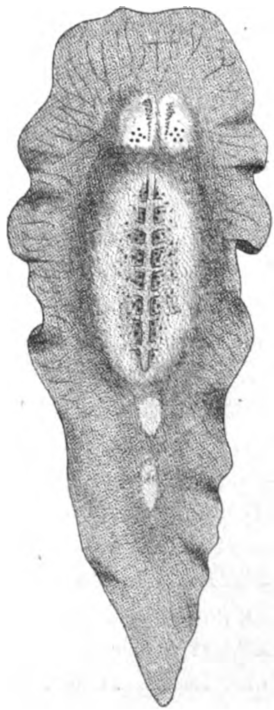


Fig. 250.
Trémellaire vue par la face dorsale. (Variété de la côte.)

Ce qui frappe le plus l'observateur, après l'aplatissement et la transparence du corps, ce sont les ondulations des bords du corps et des parties latérales aliformes de la tête qui ont valu à cette espèce le nom que lui a assigné le premier O. Fr. Müller.

La longueur de la Trémellaire varie entre 1 et 2 centimètres ; sa largeur moyenne, vers le milieu de la région pharyngienne, est un peu moins du tiers de la longueur totale.

Cette espèce présente plusieurs *variétés de couleurs.* Les individus recueillis à la côte, dans le nord et l'ouest de la France, ont une teinte générale d'un blanc très légèrement jaunâtre ou verdâtre ; sur le dos, dans la région pharyngienne, se trouve un espace longitudinal qui est teinté de jaune ou de brun très clair. Cet espace brunâtre est parcouru sur la ligne médiane par une mince bande plus

claire, d'où partent, à droite et à gauche, des rameaux semblables : ce sont les fronces du pharynx qui produisent cet aspect, ainsi qu'on peut s'en assurer en examinant l'animal au microscope sous le compresseur. Une sorte d'anneau blanchâtre entoure l'espace brunâtre de la région pharyngienne.

Les individus qu'on recueille dans les dragages faits au large, particulièrement à la profondeur de 30 à 60 mètres, ont, sur la face dorsale, de très nombreuses taches pigmentaires arrondies, d'un jaune brunâtre ou rougeâtre, parfois assez foncées. En outre, la région pharyngienne dorsale de ces individus présente la même coloration que les taches, mais plus foncée.

Les petites taches blanches, arrondies, qu'on voit par transparence sont produites par les ovaires.

J'ai trouvé à la Roche de Lineur, au Portel, sur les rochers de la zone des Laminaires qui ne sont accessibles qu'aux grandes marées d'équinoxe, quelques individus colorés comme ceux que l'on pêche au large et qui se trouvaient sur des colonies de Botrylles de même couleur. Ces individus sont certainement des *Leptoplana tremellaris* et cependant, transportés dans une cuvette d'eau pure, ils moururent très rapidement au bout de vingt-quatre heures, tandis que, mis dans les mêmes conditions, les individus recueillis sous les pierres de la côte vivent facilement plusieurs semaines et même plusieurs mois.

En présence de cette mort rapide qu'on constate quelquefois chez les espèces commensales quand on les sépare de leur hôte ordinaire, je me suis demandé s'il n'y aurait pas une variété de *Leptoplana tremellaris* vivant en commensalisme sur les colonies de Botrylles.

Dans la Méditerranée, Lang a signalé de son côté deux variétés de *Leptoplana tremellaris*. La forme qui vit, à de faibles profondeurs, dans les touffes de tubes de *Phyllochætopterus*, sur les corallines et les algues brunes, présente une couleur d'un brun sale qui est toujours plus intense dans la région moyenne où elle dessine un anneau allongé. Les branches intestinales de cette variété s'harmonisent, par leur coloration, avec celle des corps sur lesquels se trouve l'animal. Cette forme se rapproche de celle que l'on recueille dans les dragages, dans la mer du Nord et la Manche.

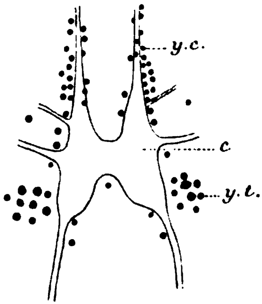


Fig. 251.
Disposition des yeux.

C., cerveau. — y. t., yeux tentaculaires. — y. c., yeux cervicaux.

L'autre variété méditerranéenne, qui vit entre 30 et 100 mètres de profondeur, est plus transparente. Sa couleur générale est faible et d'un blanc tirant sur le rougeâtre ou le brunâtre.

Les deux variétés de la Méditerranée présentent en outre quelques autres différences, notamment dans la disposition des taches oculiformes.

Les *yeux* sont distribués en quatre groupes sur la région cervicale. Les *yeux tentaculaires* qu'on désigne ainsi, bien que la Trémellaire n'ait pas de tentacules, parce qu'ils occupent la place des tentacules nucaux qui existent chez d'autres Polyclades, forment deux groupes plus ou moins arrondis, composés chacun d'environ six gros et trois à six petits yeux noirs. Les *yeux cervicaux* forment, au-dessus du cerveau, deux bandes plus

ou moins allongées et légèrement convergentes en avant, composées chacune d'environ vingt à vingt-cinq petits yeux noirs.

D'ailleurs le nombre des yeux varie d'un individu à un autre et, sur le même individu, il n'est pas rare de trouver des différences entre les groupes de droite et ceux de gauche.

Le *pharynx* occupe la place que nous avons indiquée plus haut, entourée par l'espace pigmenté.

Les ramifications gastriques sont bien visibles par transparence, surtout si l'on observe des individus qui ont mangé récemment.

Quant aux organes copulateurs, ils sont indiqués extérieurement par deux ovales opaques, d'un blanc mat, situés en arrière de la région pharyngienne (fig. 250). Le plus antérieur des deux correspond à l'organe copulateur mâle, l'autre à l'organe copulateur femelle. Les deux pores génitaux sont bien visibles au microscope.

Un *organe adhésif* existe entre l'orifice génital mâle et l'orifice femelle et immédiatement en avant de ce dernier, sur la ligne médiane. Nous l'étudierons après la description des téguments.

Les *orifices externes* sont : 1° la bouche, médiane, ventrale, située un peu en avant du milieu du corps ; 2° l'orifice mâle, arrondi, ventral, sur la ligne médiane et en arrière de l'organe copulateur mâle ; 3° l'orifice femelle, également arrondi, médian, ventral et situé immédiatement en arrière de l'organe copulateur femelle ; 4° les pores excréteurs, dorsaux, très difficiles à observer.

Dans les descriptions qui vont suivre, nous orienterons la Trémellaire la tête en avant et la bouche en bas.

Description des téguments. — Le corps est entièrement recouvert par un épithélium cilié très élevé (fig. 252, *ep.*) dans lequel on observe des rhabdites libres (fig. 252, *rh.*), des cellules à rhabdites et des glandes muqueuses.

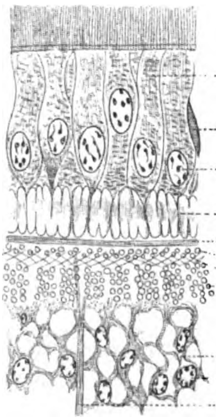


Fig. 252.

Coupe des téguments et du mésenchyme, d'après une préparation à l'alun de fer et d'ammoniaque et à l'hématoxyline.

c. v., cils vibratiles. — *ep.*, épithélium. — *n. ép.*, noyaux des cellules épithéliales. — *rh.*, rhabdite. — *m. b.*, membrane basale. — *m. co.*, fibres musculaires circulaires courbes. — *m. l. e.*, muscles longitudinaux externes. — *m. d.*, fibres musculaires diagonales. — *m. l. i.*, muscles longitudinaux internes. — *M.*, mésenchyme. — *n. M.*, noyaux du mésenchyme. — *f. d.-v.*, fibre musculaire dorso-ventrale.

Les *cellules épithéliales vibratiles* sont pourvues d'un grand noyau ovoïde; elles se terminent, à la surface du corps, par un plateau strié par le passage des cils et, à l'extrémité opposée, elles se prolongent en une sorte de pédicelle qui va jusqu'à la couche musculaire la plus externe.

Les *rhabdites*, ou organes en forme de bâtonnets, sont fusiformes et ordinairement orientés perpendiculairement à la surface du corps. Ils prennent naissance dans des cellules spéciales, *cellules à rhabdites*, arrondies, qui font partie de l'épithélium même. On voit donc la différence qui existe, au point de vue du lieu de formation, entre les rhabdites des Triclades, qui prennent naissance dans le mésenchyme du corps, et les rhabdites des Polyclades, qui se forment dans l'épithélium cutané.

Des *glandes muqueuses* granuleuses se rencontrent dans les téguments, elles déversent leur produit de sécrétion à la surface du corps.

La *membrane basale* (fig. 252, *m. b.*) présente une épaisseur qui est à peu près égale au tiers de la hauteur de

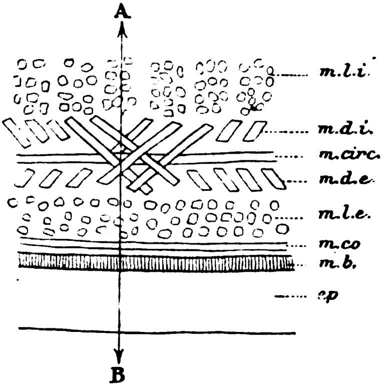


Fig. 253.

Schéma du système musculaire cutané ventral, en coupe transversale, (d'après LANG).

AB, ligne médiane du corps. — *ép.*, épithélium. — *m. b.* membrane basale. — *m. co.*, fibres musculaires circulaires courbes. — *m. l. e.*, muscles longitudinaux externes. — *m.d. e.*, fibres musculaires diagonales externes. — *m. circ.*, fibres musculaires circulaires. — *m. d. i.*, fibres musculaires diagonales internes. — *m. l. i.*, muscles longitudinaux internes.

l'épithélium. Même à un grossissement relativement faible, il est aisé de reconnaître qu'elle est finement striée perpendiculairement à la surface du corps. A un grossissement plus fort, on reconnaît que cette striation est due aux prolongements effilés des cellules épithéliales. Nous verrons plus loin que, parallèlement à ces prolongements épithéliaux filiformes, se trouvent de nombreuses fibres

nerveuses qui concourent aussi à produire la striation de la membrane basale.

Cette membrane fibrillaire, par suite de sa constitution histologique, est peu résistante ; elle se déchire facilement. Aussi arrive-t-il souvent, dans les coupes, que l'épithélium se décolle et s'écarte de la couche musculaire la plus externe. La structure de la membrane basale déchirée apparaît alors avec une très grande netteté.

Sous la membrane basale finement striée, se trouve la musculature cutanée qui comprend six couches :

1° Une lame de *fibres musculaires circulaires externes* (fig. 252 et 253, *m. co.*). Cette lame extrêmement mince et qui n'est guère visible que sur la face dorsale, se trouve immédiatement en dessous de la membrane basale. Ses fibres sont disposées suivant une courbe à concavité antérieure ;

2° Une couche de *muscles longitudinaux externes* (fig. 252 et 253, *m. l. e.*) dont les fibres, rapprochées les unes des autres, forment une enveloppe continue ;

3° Une couche de *fibres diagonales externes* (fig. 253, *m. d. e.*) qui s'étendent des deux côtés de la ligne médiane, suivant une direction opposée ;

4° Une mince couche de *fibres circulaires internes* (fig. 253. *m. circ.*) ;

5° Une couche de *fibres diagonales internes* (fig. 253, *m. d. i.*), qui croisent les diagonales externes et s'étendent, des deux côtés de la ligne médiane, suivant une direction contraire.

Les fibres diagonales externes du côté droit du corps se continuent du côté gauche où elles forment les diagonales internes, en passant, au niveau de la ligne médiane du

corps, sous les fibres circulaires internes. De même, les diagonales externes du côté gauche deviennent, de la même façon, les diagonales internes du côté droit. Cette

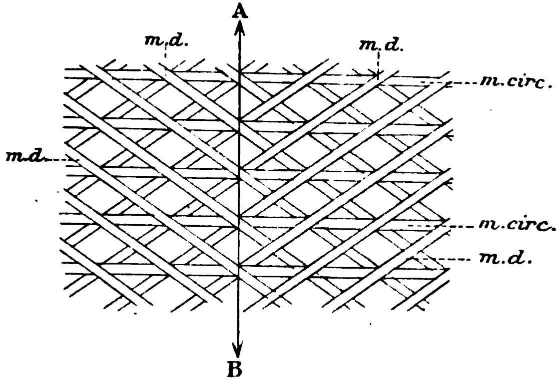


Fig. 254.
Schéma de la disposition des fibres diagonales et des fibres circulaires, vues en coupe horizontale (d'après LANG).

AB, ligne médiane du corps. — *m. circ.*, fibres musculaires circulaires. *m. d.*, fibres musculaires diagonales.

disposition est représentée d'une manière schématique dans la figure 254 ;

6° Une couche épaisse de *fibres longitudinales internes* (fig. 252 et 253, *m. l. i.*) disposées en faisceaux.

MÉSENCHYME. — En dedans de l'enveloppe musculo-cutanée, se trouve un mésenchyme (fig. 252, *M.*) qui remplit tous les espaces compris entre les divers organes.

C'est un réticulum irrégulier, dans lequel on observe de nombreuses vacuoles de dimensions variables. Ce réseau est constitué par une substance protoplasmique, délicate,

finement ponctuée, qui se colore très faiblement par les réactifs colorants et qui renferme de nombreux noyaux (fig. 252, *n. M.*).

Le mésenchyme est traversé par des *muscles dorso-ventraux* (fig. 252, *f. d. v.*) dont les extrémités bifurquées ou même fasciculées s'insèrent sur l'enveloppe musculaire cutanée dorsale et, d'autre part, sur l'enveloppe musculaire ventrale.

Organe adhésif. — Un organe adhésif se trouve sur la ligne médiane ventrale du corps, immédiatement en avant de l'orifice génital femelle (fig. 255 et 266, *o. adh.*). Il consiste en une invagination profonde de la peau qui présente la structure des ventouses des Polyclades cotylés. Sa membrane basale est très mince. Les muscles longitudinaux internes de la musculature cutanée ventrale s'insèrent au fond de la fossette, de la même manière que dans la ventouse des cotylés et semblent agir comme des rétracteurs de l'organe.

Cet organe adhésif de la Trémellaire ne peut pas être considéré comme homologue de la ventouse proprement dite des cotylés, car cette dernière est toujours située en arrière de l'orifice génital femelle.

C'est sans doute grâce à cet organe que la *Leptoplana tremellaris* peut adhérer assez fortement aux corps sur lesquels elle se pose, comme nous l'avons indiqué plus haut.

A cause de sa position entre les deux ouvertures génitales, Lang croit avec vraisemblance que l'organe adhésif doit aussi assurer l'adhésion des deux individus qui s'accouplent et servir encore peut-être au moment de la ponte.

Description de l'appareil digestif. — Il faut distinguer, dans l'appareil digestif : la bouche, la gaine pharyngienne, le pharynx, l'orifice de communication entre la gaine pharyngienne et l'estomac appelé aussi bouche interne ou bouche intestinale, l'estomac ou intestin principal, la branche intestinale médiane antérieure, les branches intestinales latérales et leurs ramifications.

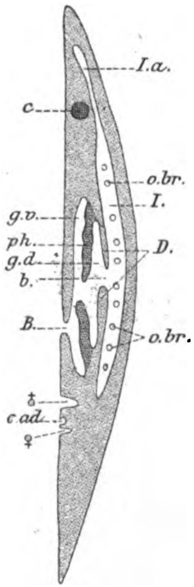


Fig. 255.
Coupe sagittale schématique (d'après Lang).

B., bouche externe. — *b.*, bouche intestinale. — *C.*, cerveau. — *D.*, diaphragme. — *g. d.*, partie dorsale de la gaine pharyngienne. — *g. v.*, partie ventrale de la gaine pharyngienne. — *I.*, intestin principal. — *I. a.*, branche intestinale médiane antérieure. — *O. ad.*, organe adhésif. — *O. br.*, orifices des branches intestinales dans l'intestin principal. — *Ph.*, pharynx. — ♂., orifice génital mâle. — ♀. i génital femelle.

La *bouche* (fig. 255, *B.*) ou orifice externe de l'appareil digestif est ventrale, médiane, située très approximativement au milieu du corps. C'est une ouverture circulaire, ordinairement fermée et alors difficile à voir, très apparente au contraire quand le pharynx s'épanouit au dehors.

La *gaine pharyngienne* (fig. 255, *g. d.* et *g. v.* et fig. 262, *g. ph.*) est une vaste poche à parois très irrégulières et plissées latéralement de telle sorte que, sur les coupes, la gaine pharyngienne apparaît sous forme d'une série de pochettes séparées l'une de l'autre par le mésenchyme du corps et par des faisceaux de muscles dorso-ventraux.

Cette gaine est séparée en deux

parties, une ventrale et une dorsale, par le pharynx (fig. 255, *Ph.*).

Elle résulte d'une invagination de l'ectoderme. Aussi trouve-t-on, dans les coupes faites au niveau de la bouche, un passage insensible entre la forme des cellules épithéliales de la face ventrale du corps et celles de la gaine.

Les cellules de la gaine forment, en certains points, des papilles. De nombreuses fibres musculaires se trouvent sous cet épithélium.

La paroi dorsale de la gaine pharyngienne, qui sépare la gaine de l'intestin principal, est désignée par Lang sous le nom de *diaphragme* (fig. 255, *D.*). Elle est percée à peu près en son milieu d'une ouverture (fig. 255, *b*) ou bouche intestinale qui est antérieure par rapport à la bouche externe (fig. 255, *B.*).

Le *pharynx* est plissé, en forme de jabot de chemisette. Lorsqu'il fait saillie au dehors, par l'orifice buccal, il présente l'aspect d'un entonnoir large et peu profond, à bords très évasés, fortement plissés et mobiles. Son axe croise le plan horizontal du corps assez obliquement d'avant et en haut vers l'arrière et en bas.

Il est constitué par un pli circulaire s'élevant de la paroi de la gaine pharyngienne (fig. 255, *Ph.*) et faisant saillie dans cette gaine.

Le meilleur moyen de se faire une idée exacte des connexions qui existent entre le pharynx et sa gaine, c'est de suivre le mode de développement de ces organes.

Au point où le pharynx va se former, l'ectoderme et l'endoderme sont presque en contact (fig. 256, A). Une invagination de l'ectoderme forme la première ébauche de la gaine pharyngienne, tandis qu'une condensatien circulaire

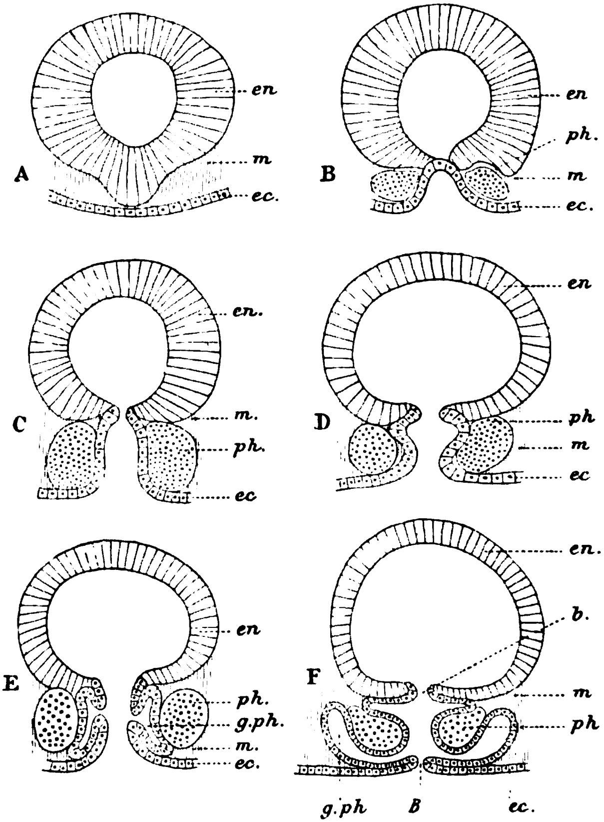


Fig. 256.

Développement schématique du pharynx et de sa gaine (d'après Lang).

ec., ectoderme. — *en.*, endoderme. — *m.*, mésoderme. — *ph.*, pharynx. — *g. ph.*, gaine pharyngienne. — *B.*, bouche externe. — *b.*, bouche intestinale.

du mésoderme, première ébauche du pharynx, se constitue autour de l'invagination (fig. 256, B).

Au stade suivant (fig. 256, C), l'invagination se perfore, de sorte que sa lumière se continue avec celle de l'intestin principal. Dès lors la bouche intestinale est constituée.

Enfin les figures 256, D, E et F montrent les modifications de la gaine pharyngienne ectodermique, primitivement en forme de tube, dont l'épithélium entoure progressivement la masse mésodermique pharyngienne circulaire, tandis que celle-ci fait de plus en plus saillie dans la cavité de la gaine.

Le pharynx nous apparaît, dans la figure 256, F, comme un bourgeon circulaire du mésoderme revêtu d'un épithélium ectodermique sur toute sa surface, sauf sur la ligne d'attache de ce bourgeon à la paroi de la gaine, ligne suivant laquelle le mésoderme du pharynx est en rapport avec le mésoderme mésenchymateux du corps.

Dans toutes ces phases du développement, la limite entre les cellules ectodermiques et les cellules endodermiques est toujours très tranchée.

Le pharynx est un organe essentiellement musculeux. Ses parois, revêtues extérieurement et intérieurement par une couche épithéliale, sont constituées par du tissu mésenchymateux dans lequel se trouvent plusieurs couches de fibres musculaires circulaires, des muscles longitudinaux et des conduits excréteurs de glandes pharyngiennes ou salivaires.

Ces glandes salivaires sont de grosses cellules piriformes contenant des concrétions qui se colorent fortement. Elles sont plongées dans le mésenchyme.

L'*estomac* ou *intestin principal* (fig. 255, *I.*, fig. 258, *I.* et fig. 262, *I.p.*) est situé au-dessus de la gaine pharyngienne. En avant il s'étend d'une façon assez notable au delà de

celle-ci, tandis qu'en arrière il ne la dépasse que très peu.

Sa section transversale, à lumière assez étroite, est semi-circulaire, la paroi dorsale étant convexe et la paroi ventrale concave.

La portion de l'intestin principal qui se trouve en avant de la gaine pharyngienne présente une section transversale à peu près circulaire.

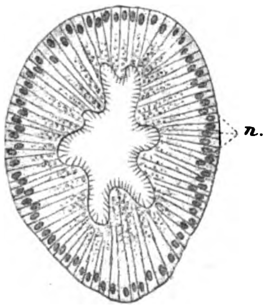


Fig. 257.
Coupe transversale d'une racine de branche intestinale.

n., noyaux.

La paroi de l'intestin principal est formée par un épithélium cilié dans lequel on observe de nombreuses cellules sécrétantes à concrétions se colorant fortement par le carmin et l'hématoxyline.

Ces cellules glandulaires sont particulièrement abondantes sur la paroi dorsale.

En avant, l'intestin principal se continue en une *branche intestinale médiane antérieure* (fig. 255. *I. a.* et fig. 258, *I. a.*) qui s'étend jusqu'à l'extrémité antérieure du corps, en passant au-dessus du cerveau.

Latéralement il donne naissance, aussi bien dans la partie qui se trouve au-dessus de la gaine pharyngienne que dans celle qui se trouve en avant de celle-ci, à dix ou onze paires de *branches intestinales latérales* (fig. 258, *br. l.*) dont la plus postérieure (fig. 258, *br. l. p.*), qui se dirige en arrière de chaque côté de l'organe copulateur, est la plus développée.

Les racines de ces branches intestinales latérales et de

la branche antérieure, c'est-à-dire les parties de ces branches qui se terminent dans le voisinage de l'intestin principal, ont une structure comparable à celle de l'estomac.

Leur section transversale, qui est à peu près circulaire, montre un épithélium élevé, cilié, à noyau situé à la base de la cellule. Dans cet épithélium se trouvent aussi des cellules glandulaires.

La branche intestinale médiane antérieure et les branches paires latérales se ramifient à mesure qu'elles se dirigent vers la périphérie du corps.

Les ramifications de l'appareil gastrique sont nombreuses et serrées. Elles se terminent toutes en culs-de-sac à la périphérie du corps.

Ordinairement les limites des cellules épithéliales, dans les ramifications gastriques, ne sont pas nettes. L'épithélium le plus souvent semble formé d'une masse protoplasmique dense ou

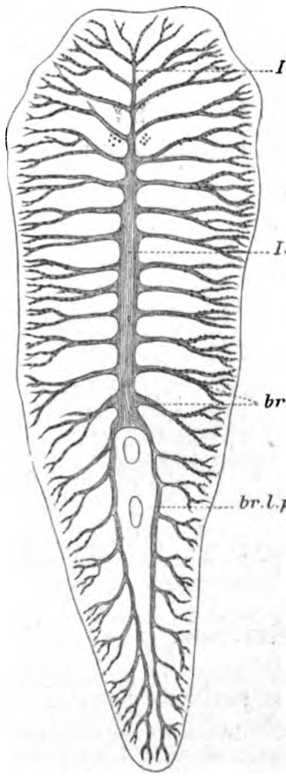


Fig. 258.
Disposition des branches intestinales.

I. a., branche intestinale médiane antérieure. — *I.*, intestin principal ou estomac. — *br. l.*, branches intestinales latérales paires. — *br. l. p.*, branche latérale paire postérieure.

syncytium (fig. 259, *S.*) dans laquelle on observe plusieurs sortes d'inclusions :

1° De nombreux noyaux (fig. 259, *n.*) appartenant aux cellules épithéliales fusionnées. Ces noyaux se rencontrent à la périphérie ;

2° Des particules alimentaires diversement colorées en jaune, vert, brun ou noir;

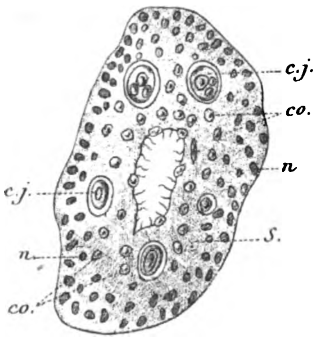


Fig. 259.
Coupe transversale d'une ramification intestinale.

n., noyaux. — *co.*, concrétions. — *c. j.*, cellules jaunes. — *S.*, syncytium.

3° Des globules graisseux;

4° Des concrétions (fig. 259, *co.*) ;

5° Des corps jaunes, arrondis, pourvus d'une membrane propre (fig. 259, *c.j.*), dont le protoplasme finement granuleux et jaunâtre contient deux ou plusieurs corpuscules arrondis, homogènes, incolores et réfringents et un ou deux noyaux.

Lang, qui a observé le premier ces cellules jaunes, ne se prononce pas sur leur nature et sur leur rôle. Il se contente d'appeler sur ces inclusions l'attention des observateurs, se demandant si ce ne sont pas des algues. Peut-être est-ce un cas de symbiose.

La lumière est étroite dans les ramifications périphériques de l'appareil gastrique et toujours garnie de cils vibratiles.

L'épithélium intestinal est entouré d'une couche de fibres musculaires circulaires.

En outre, les branches intestinales présentent, à des

distances régulières et assez rapprochées, des muscles sphincters formés, comme toujours, de fibres circulaires et de fibres rayonnantes.

C'est la contraction de ces muscles sphincters qui donne aux ramifications intestinales l'aspect moniliforme qu'elles présentent le plus ordinairement (fig. 260).

Ces muscles sphincters sont visibles sur l'animal vivant, grâce à sa transparence. Lorsque les branches intestinales

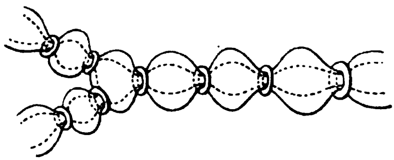


Fig. 260.
Disposition des muscles sphincters dans la paroi des branches intestinales (schéma de Lang).

sont injectées de matières alimentaires, elles se présentent sous forme de colliers de perles, et on les voit se contracter et se dilater alternativement, en produisant ainsi des mouvements en quelque sorte péristaltiques.

Lang explique le mécanisme de ces mouvements de la manière suivante.

La bouche étant fermée, l'intestin principal, par la contraction de ses muscles circulaires, chasse, dans les troncs principaux de l'appareil gastrique dont les muscles sphincters sont alors en état de relâchement, l'eau de mer et les substances alimentaires qu'il contient. Puis les sphincters des racines des branches intestinales, en se contractant, empêchent le retour des substances alimentaires dans l'intestin principal.

Le même mécanisme envoie le liquide intestinal dans les branches secondaires et tertiaires vers la périphérie.

Le liquide arrive ainsi finalement jusque dans les dernières branches terminées en culs-de-sac, lesquelles se gonflent tellement que les intervalles entre les branches voisines peuvent disparaître.

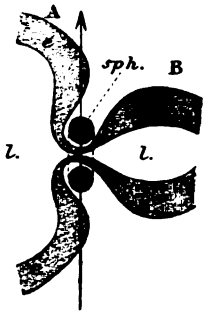


Fig. 261.
Un étranglement d'une branche intestinale. (schéma de Lang).

sph., muscle sphincter. — *e.*, épithélium de la branche intestinale. — *l.*, lumière de la branche intestinale. — A., partie qui se gonfle. — B., partie qui se vide.

Le relâchement successif des muscles sphincters de la périphérie des branches intestinales vers leur origine dans l'intestin principal permet au liquide de retourner vers l'estomac, et la contraction successive des sphincters de la périphérie vers le centre refoule le liquide dans l'intestin principal.

Respiration et circulation. — La respiration s'effectue par toute la surface cutanée ciliée et aussi par la surface intestinale qui est également ciliée. En effet la Trémellaire avale toujours une quantité d'eau de mer assez importante avec ses aliments.

Il n'y a pas d'appareil circulatoire sanguin.

Description du système nerveux et des organes des sens. — Le *cerveau* (fig. 251, *c.*) est visible sur les animaux vivants, surtout si on les examine à la loupe sous le compresseur. Il apparaît sous la forme d'une masse bilobée, transparente, dans la région des yeux, au-dessous de

la branche intestinale médiane antérieure (fig. 255, *c*.).

Chaque lobe présente un contour ovale allongé, plus large en arrière qu'en avant, et peut même paraître piriforme quand le corps est fortement étendu. Les deux lobes sont réunis par une large commissure.

Chacun des lobes du cerveau envoie en avant un nerf qui va se ramifier dans la région antérieure du corps.

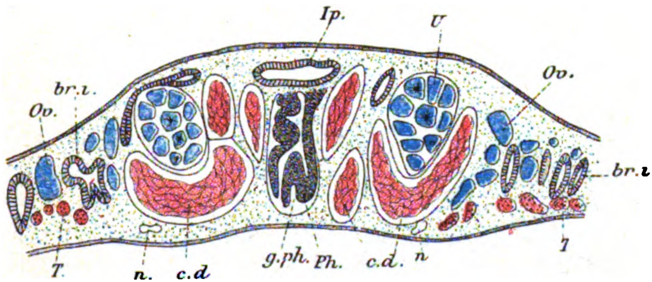


Fig. 262.

Coupe transversale du corps (d'après LANG).

Ph., pharynx. — *g. ph.*, gaine pharyngienne. — *I. p.*, intestin principal. — *br. i.*, branches intestinales. — *n.*, nerfs longitudinaux. — *T.* testicules. — *c. d.*, gros canaux déférents. — *ov.*, ovaires. — *U.*, utérus.

Latéralement naissent plusieurs nerfs qui se rendent dans les parties latérales aliformes de la tête.

Enfin en arrière chaque lobe se continue en un gros nerf longitudinal ventral.

Les deux nerfs longitudinaux sont visibles dans toutes les coupes transversales (fig. 262, *n*) du corps, de chaque côté de la ligne médiane ventrale.

Assez rapprochés l'un de l'autre en arrière du cerveau, ils s'écartent considérablement dans la région pharyngienne, pour se rapprocher de nouveau un peu en arrière de celle-ci.

Tous les nerfs qui partent du cerveau se ramifient abondamment, et leurs ramifications, en s'anastomosant, forment des mailles qui sont d'autant plus étroites et serrées qu'on les observe plus à la périphérie du corps.

Le cerveau est entouré d'une capsule conjonctive. On y observe plusieurs groupes de cellules nerveuses bipolaires et multipolaires, pourvues d'un gros noyau à contour net. Ces cellules ganglionnaires se trouvent pour la plupart à la surface du cerveau.

La partie centrale de cet organe est formée d'une substance fibrillaire très fine, qui se colore faiblement. C'est cette même substance fibrillaire qui forme presque complètement la commissure qui réunit les deux lobes cérébraux.

Les nerfs et leurs anastomoses sont également constitués par une substance fibrillaire et par des cellules ganglionnaires bipolaires et multipolaires en général superficielles.

Les préparations faites suivant la méthode de Golgi (fig. 263) montrent que de nombreuses fibres nerveuses, présentant sur leur parcours des cellules bipolaires et même multipolaires, vont se terminer dans l'épithélium cutané.

Le grand nombre des fibres nerveuses qui traversent ainsi la membrane basale parallèlement aux prolongements filiformes des cellules épithéliales, concourt, avec ces derniers, à donner à la membrane basale l'aspect strié qui la caractérise.

La *sensibilité tactile* de la Trémellaire est très vive sur toute la surface cutanée où abondent les terminaisons nerveuses. Elle est plus particulièrement développée dans

la région antérieure et sur les parties latérales aliformes de la tête.

Les jeunes Trémellaires (fig. 276) présentent un grand nombre de cils raides, beaucoup plus longs que les cils vibratiles. Ces cils raides sont sans doute des *cils tactiles*.

Les seuls organes sensoriels différenciés sont les *yeux*.

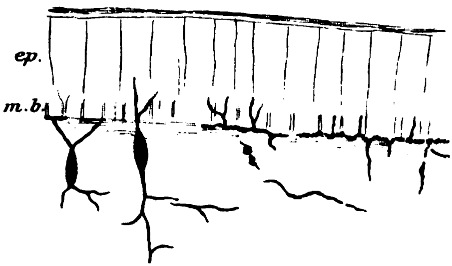


Fig. 263.

Cellules et terminaisons nerveuses dans les téguments, d'après une préparation faite suivant la méthode de Golgi.

ép., épithélium. — *m. b.*, membrane basale.

Nous avons vu, dans le paragraphe consacré à la morphologie externe, la disposition de ces yeux. Il ne nous reste plus qu'à les étudier au point de vue histologique.

Les yeux sont sphériques ou, le plus souvent, ovoïdes. Situés directement sous les couches musculaires de la paroi dorsale du corps, ils reçoivent du cerveau un filet nerveux (fig. 264, *n. opt.*), le nerf optique.

Chaque nerf optique s'épanouit en une couche de cellules rétiniennes nucléées, petites et relativement peu élevées qui forment le fond de la capsule oculaire (fig. 264, *c. r.*).

Tout l'intérieur de la capsule est rempl. par des bâtonnets rétiniens (fig.. 264, *b. r.*), homogènes, dépourvus de noyaux réfringents, qui ne se colorent que très faiblement et sont disposés parallèlement les uns aux autres et perpendiculairement à la membrane des cellules rétiniennes. Ces bâtonnets paraissent être des prolongements des cellules de la rétine.

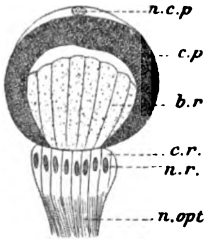


Fig. 264.
Coupe longitudinale d'un œil, d'après une préparation à l'hématine alunée.

c. p., coupe pigmentaire. — *n. c. p.*, noyau de la coupe pigmentaire. — *b. r.*, bâtonnets rétiniens. — *c. r.*, cellules rétiniennes. — *n. r.*, noyaux des cellules rétiniennes. — *n. opt.*, nerf optique.

Enfin la capsule oculaire est limitée extérieurement par une couche de granulations de pigment noir (fig. 264, *c. p.*) contenues dans une membrane d'enveloppe en avant de laquelle on observe un noyau (fig. 264, *n. c. p.*).

Description des organes excréteurs. — Les organes d'excrétion, souvent désignés aussi par les auteurs sous le nom de système des vaisseaux aquifères, doivent être étudiés par la même méthode que les organes analogues des Triclades.

On choisit un individu bien transparent, avant la maturité sexuelle, et on l'observe sous le compresseur, avec un objectif à immersion.

Le système excréteur comprend de nombreuses cellules à flamme vibratile, de fins canicules capillaires, de gros canaux excréteurs et des orifices externes.

Les *cellules à flamme vibratile* (fig. 265, A) sont nombreuses et disséminées un peu partout dans le mésoderme mésenchymateux du corps. Elles sont piriformes. Leur extrémité renflée en massue présente des tractus protoplasmiques (fig. 265, *tr.*), sortes de pseudopodes immobiles, qui vont s'attacher sur les organes voisins.

La lumière, dans la partie renflée, est plus large que dans la partie amincie en forme de pédicule, et renferme une flamme vibratile (fig. 265, *fl.*). C'est dans cette partie que se trouve le noyau (fig. 265 *A. n.*) de la cellule, ainsi qu'un certain nombre de vacuoles et de corpuscules d'excrétion (fig. 265. *v.*).

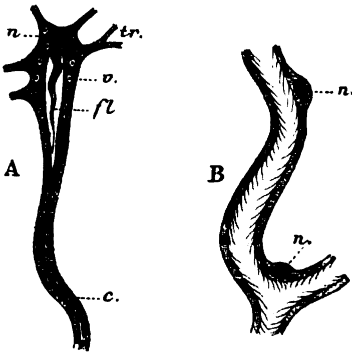


Fig. 265.
Organes d'excrétion.

A., cellule à flamme vibratile. — B., gros canal excréteur cilié. — *n.*, noyaux. — *fl.*, Flamme vibratile. — *tr.*, tractus protoplasmiques. — *v.*, vacuoles et granulations d'excrétion. — *c.*, canaux capillaires.

Les *canaux capillaires* (fig. 265, *c.*) semblent être les prolongements des parties amincies des cellules excrétrices. Leur paroi est formée par un protoplasme finement granuleux comme celui des cellules ; elle ne contient pas de noyau et la lumière y est très étroite.

Ces canaux présentent parfois des tractus protoplasmiques comme les cellules à flamme, mais bien plus rarement. Ils sont ramifiés et vont déboucher dans les gros canaux.

Lang compare chaque canal capillaire des Polyclades au conduit excréteur d'une glande unicellulaire.

Les *gros canaux excréteurs* (fig. 265, *B.*) qu'on observe avec plus de facilité sur les bords du corps, ont une paroi ciliée, à double contour, dans l'épaisseur de laquelle on observe de distance en distance des noyaux ovoïdes (fig. 265. *B. n.*) qui font saillie à la surface.

Lang considère ces canaux comme intracellulaires.

Ce sont des canaux collecteurs ramifiés, dans lesquels viennent déboucher tous les canaux capillaires, et qui doivent s'ouvrir au dehors.

Les *orifices externes* se trouvent, selon toute probabilité, dans l'épithélium cutané dorsal.

Description des organes génitaux. — La Trémellaire est hermaphrodite. Les organes mâles arrivent les premiers à maturité. Le *Leptoplana tremellaris* est donc d'abord mâle, et ce n'est que plus tard, quand les organes femelles se sont développés à leur tour, qu'il devient hermaphrodite.

Nous étudierons d'abord les organes mâles qui comprennent les testicules, les spermiductes, les canaux déférents et l'organe copulateur. Puis nous aborderons la description des organes femelles composés des ovaires, des oviductes, de deux utérus et de l'organe copulateur femelle.

Organes males. — *Testicules.* — Les testicules sont des follicules arrondis. Ils sont extrêmement nombreux, disséminés dans tout le mésoderme mésenchymateux du corps, depuis l'extrémité céphalique jusqu'à l'extrémité

caudale, sauf dans la région médiane correspondant au pharynx et aux organes copulateurs mâle et femelle.

Ils sont disposés, en général, entre les branches intestinales et, sur les coupes (fig. 262 *T.*), on reconnaît qu'ils sont situés ventralement.

Les follicules testiculaires sont entourés d'une membrane propre ; ils contiennent un grand nombre de spermatomères et de spermatocytes à divers degrés de développement, ainsi que des spermatozoïdes filiformes.

Les *spermiductes*. — De chaque follicule testiculaire part un fin canal capillaire appelé spermiducte. Tous les spermiductes aboutissent à d'autres canaux capillaires semblables qui s'anastomosent, formant un réseau compliqué qui finalement va aboutir aux gros canaux collecteurs ou canaux déférents.

Les spermiductes capillaires ont une lumière étroite et une paroi à double contour dans laquelle on observe de nombreux noyaux. Il est probable que ces canaux capillaires, comme les canaux du système excréteur, sont constitués par des cellules perforées et que, par conséquent, leur lumière est intracellulaire.

Les *canaux déférents* (fig. 266, *c. d.*) sont bien visibles à un faible grossissement et même à l'œil nu, quand ils sont remplis de spermatozoïdes.

Ils sont au nombre de deux, symétriquement situés. On peut les suivre, de chaque côté, depuis le niveau de l'orifice femelle et même en arrière de cet orifice. Ils remontent latéralement jusque vers le milieu du corps, puis se recourbent vers la région pharyngienne pour redescendre ensuite vers l'organe copulateur mâle.

A une faible distance de l'organe copulateur et en dessous de celui-ci, sur la ligne médiane du corps (fig. 266, *o. c. d.*), les canaux déférents se réunissent en un court canal commun (fig. 266, *c. c.*), qui remonte d'arrière en avant et de bas en haut pour se continuer avec l'organe copulateur.

Il résulte de cette disposition que, quand on examine l'appareil copulateur sur un animal comprimé vu par la face dorsale, les deux canaux déférents semblent s'ouvrir isolément de chaque côté de la partie renflée de l'organe copulateur.

Les canaux collecteurs, à chacun desquels aboutissent tous les spermiductes capillaires du côté correspondant, sont très sinueux sur tout leur trajet. C'est pourquoi, sur les coupes transversales (fig. 262, *c. d.*), on ne voit pas seulement, de chaque côté de la ligne médiane, deux simples sections représentant la branche ascendante et la branche récurrente, mais plusieurs sections intéressant chacune de ces branches.

Les canaux déférents servent à emmagasiner les spermatozoïdes mûrs, ils jouent donc le rôle de vésicules séminales.

Au point de vue histologique, ce sont de larges tubes à paroi formée par un épithélium.

L'*organe copulateur mâle*, examiné sur un animal comprimé ou sur un individu monté dans le baume, présente l'aspect d'une grosse vésicule étirée dans sa partie postérieure en forme de canal musculeux allant aboutir à l'orifice mâle.

Cet organe copulateur piriforme est situé à une faible distance en arrière de la gaine pharyngienne, sur la ligne médiane.

Il ne peut être étudié en détail que par la méthode des coupes.

Le canal commun (fig. 266, *c. c.*), qui résulte de la fusion des deux canaux déférents (fig. 266, *c. d.*), passe insensiblement à l'organe vésiculeux. Il est en outre revêtu d'une

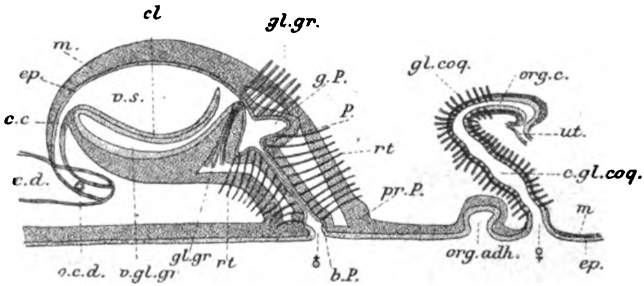


Fig. 266.

Organes copulateurs mâle et femelle. Coupe sagittale schématique (d'après Lang).

b. P., base du pénis dévaginé. — *c. c.*, canal commun. — *c. d.*, canaux déférents. — *c. gl. coq.*, conduit des glandes coquillières. — *cl.*, cloison. — *ép.*, épithélium. — *gl. coq.*, glandes coquillières. — *gl. gr.*, glandes granuleuses. — *g. P.*, gaine du pénis. — *m.*, musculature. — *o. c. d.*, orifice des canaux déférents dans l'organe copulateur mâle. — *org. adh.*, organe adhésif. — *org. c.*, organe copulateur femelle. — *P.*, pointe du pénis dévaginé. — *pr. P.*, protracteur du pénis. — *r. t.*, muscles rétracteurs. — *ut.*, orifice des utérus dans l'organe copulateur. — *v. gl. gr.*, vésicule des glandes granuleuses. — *v. s.*, vésicule séminale. — ♂. Orifice mâle. — ♀. Orifice femelle.

enveloppe musculeuse comme celui-ci et, pour ces raisons, il peut être considéré comme un prolongement de l'organe copulateur.

La structure de l'appareil copulateur mâle a été étudiée avec soin par Lang.

La grosse vésicule, qui extérieurement paraît simple, se montre, dans les coupes, constituée en réalité par deux vésicules superposées, une supérieure dorsale plus gander

(fig. 266 et 267 *v. s.*) et une inférieure ou ventrale plus petite fig. 266 et 267, *v. gl. gr.*).

La *cloison* (fig. 266 et 267 *cl.*) qui sépare les deux compartiments de la grosse vésicule n'est pas horizontale, mais concave en haut et convexe en bas, de sorte que la section transversale du compartiment supérieur (fig. 267, *v. s.*) est circulaire, tandis que le compartiment inférieur (fig. 267, *v. gl. gr.*) présente une section en forme de croissant.

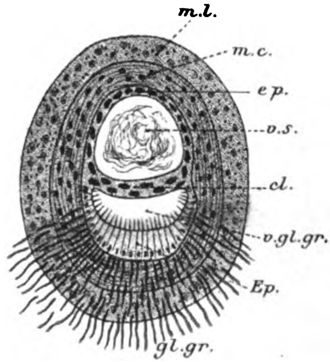


Fig. 267.
Coupe transversale de l'organe copulateur mâle.

v. s., vésicule séminale et amas de spermatozoïdes. — *v. gl. gr.*, vésicule des glandes granuleuses. — *Ep.*, épithélium vibratile. — *ép.*, épithélium aplati. — *cl.* Cloison. — *gl. gr.*, conduits sécréteurs des glandes granuleuses. — *m. c.*, couche de fibres musculaires circulaires. — *m. l.*, couche de fibres musculaires longitudinales.

La cloison s'insère en avant sur la paroi de la vésicule musculeuse, mais elle ne s'étend pas tout à fait jusqu'à l'extrémité postérieure de cette vésicule (fig. 266, *cl.*) dont les deux compartiments communiquent entre eux à l'extrémité la plus postérieure, au point où se trouve l'étroit orifice qui fait communiquer la vésicule avec la gaine du pénis (fig. 266, *g. P.*).

Histologiquement la cloison est constituée par deux assises superposées de cellules épithéliales plates. L'une de ces assises forme la paroi inférieure du grand compartiment dorsal de la vésicule, l'autre assise constitue la paroi supérieure du compartiment ventral. Cette cloison

doit donc être considérée comme un repli de l'épithélium de la vésicule musculeuse.

Le compartiment dorsal (fig. 266 et 267, *v. s.*) se continue en avant avec le canal commun (fig. 266, *c. c.*) et il renferme des amas de spermatozoïdes (fig. 267, *v. s.*). C'est donc la ***vésicule séminale*** de l'organe copulateur.

La vésicule séminale possède un épithélium aplati, semblable à celui de la cloison, mais formé seulement d'une seule assise de cellules.

Le compartiment ventral (fig. 266 et 267, *v. gl. gr.*) se termine en cul-de-sac à son extrémité antérieure.

Sa paroi dorsale est tapissée par l'épithélium aplati de la cloison, mais sa paroi ventrale est formée par un épithélium très élevé et vibratile dont les cellules, pourvues d'un noyau à leur base, sont fortement chargées de granulations. Celles-ci, qui sont des produits de sécrétion, ont la forme de bâtonnets ou de massues dont l'extrémité pointue est dirigée vers la lumière du compartiment ventral.

De nombreux conduits glandulaires (fig. 267, *gl. gr.*) viennent déverser leur produit dans le compartiment ventral de la vésicule. Ces conduits glandulaires débouchent principalement à la partie la plus postérieure de la vésicule (fig. 266, *gl. gr.*), au point où la vésicule communique par un étroit orifice avec la gaine du pénis. Là les conduits glandulaires sont extrêmement nombreux.

Ces conduits excréteurs traversent la paroi musculaire et correspondent chacun à une cellule glandulaire piriforme et à contenu granuleux, logée dans la région extracapsulaire.

Ces cellules sont désignées sous le nom de *glandes granuleuses* ou de *glandes accessoires mâles*.

Le compartiment inférieur de la vésicule, qui reçoit le produit de ces glandes, se nomme *vésicule des glandes granuleuses*.

Les deux réservoirs superposés de la vésicule ont une musculature commune (fig. 266, *m.*) qui consiste en une couche épaisse de fibres musculaires circulaires (fig. 267, *m. c.*) et en une couche externe de fibres musculaires longitudinales (fig. 267, *m. l.*). Ces deux couches musculaires renferment de nombreux noyaux disséminés, semblables aux noyaux du tissu mésenchymateux.

En arrière la vésicule qui vient d'être décrite se continue, au point où ses deux compartiments communiquent entre eux, avec la gaine du pénis (fig. 266, *g.* P.) par un orifice étroit.

La *gaine du pénis* n'est qu'une dilatation supérieure de l'étroit canal qui descend d'avant en arrière depuis la gaine du pénis jusqu'à l'orifice mâle, et qu'on appelle le *ductus ejaculatorius*.

La gaine du pénis et le ductus ejaculatorius sont tapissés par un épithélium peu élevé et cilié.

Ce même épithélium revêt également la partie dilatée du canal qui fait suite immédiatement à l'orifice mâle et que l'on désigne sous le nom de *antrum masculinum* (voy. fig. 266).

L'antrum masculinum, le ductus ejaculatorius et la gaine du pénis sont entourés par une couche de fibres musculaires circulaires comme la vésicule.

En outre, des fibres musculaires fortement développées s'attachent autour du ductus ejaculatorius et sur toute sa

longueur. Ces fibres musculaires (fig. 266, *rt*) s'insèrent d'autre part sur les parois dorsale et ventrale du corps. Ce sont les *rétracteurs du pénis*.

Quant aux muscles longitudinaux que nous avons signalés dans la partie externe de la capsule musculaire de la vésicule (fig. 267, *m. l*), ils enveloppent l'appareil copulateur tout entier, à la manière d'un filet d'aérostat

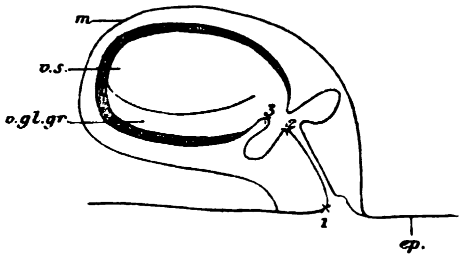


Fig. 268.
Pénis invaginé (schéma de LANG).

ép., épithélium du corps. — *m.*, musculature de l'organe copulateur mâle. — *v. s.*, vésicule séminale. — *v. gl. gr.*, vésicule des glandes granuleuses.

et toutes ses fibres viennent s'insérer autour de l'antrum masculinum à la paroi ventrale du corps. Ces muscles sont désignés sous le nom de *protracteurs du pénis*.

Le ductus ejaculatorius ou pénis est susceptible de se dévaginer au dehors, ainsi qu'on peut l'observer sur l'animal vivant. Les figures 268 et 269 montrent que la gaine du pénis (fig. 268, 2-3) ou dilatation supérieure du ductus ejaculatorius n'existe que lorsque le pénis est invaginé.

Lors de la dévagination, elle disparaît et devient le canal central du pénis saillant, tandis que la paroi du

ductus ejaculatorius qui est interne à l'état de repos forme, avec l'antrum masculinum, la paroi externe du pénis dévaginé (fig. 261, 1-2).

Tel est le mécanisme probable de l'extroversion du pénis.

Les muscles protracteurs du pénis doivent jouer un

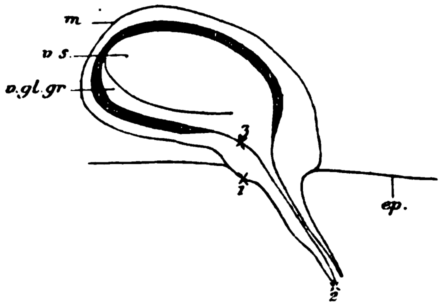


Fig. 269.
Pénis dévaginé (schéma de LANG).

ép., épithélium du corps. — *m.*, musculature de l'organe copulateur mâle. — *v. s.*, vésicule séminale. — *v. gl. gr.*, vésicule des glandes granuleuses.

rôle dans l'exstrophie du ductus ejaculatorius, et la contraction des muscles circulaires de la vésicule doit provoquer la sortie des spermatozoïdes et du produit des glandes granuleuses emmagasinés dans les deux compartiments de la vésicule.

On remarquera que le pénis dévaginé passe à travers les rétracteurs et que la contraction de ces fibres musculaires doit ramener le pénis à sa position normale d'invagination.

ORGANES FEMELLES. — *Ovaires*. — Les ovaires sont extrê-

mement nombreux comme les testicules et, comme eux aussi, ils sont disséminés dans tout le mésoderme mésenchymateux du corps, depuis l'extrémité céphalique jusqu'à l'extrémité caudale, sauf dans la région médiane correspondant au pharynx et aux organes copulateurs.

On les observe, entre les diverses branches intestinales, disposés en séries plus ou moins régulières. Mais sur les

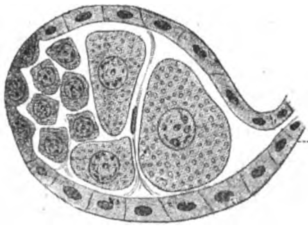


Fig. 270. — Ovaire.
ovd., oviducte.

coupes (fig. 262, *ov.*) on voit qu'ils sont situés dorsalement, tandis que les testicules sont ventraux.

Ce sont des capsules arrondies (fig. 270), plus ou moins ovoïdes, limitées par un épithélium aplati et dans la cavité desquelles on observe des œufs nombreux à divers état de développement, ainsi que quelques tractus conjonctifs avec noyaux.

Les ovogonies se forment en un point de la paroi de la capsule ovarienne et aux dépens des cellules épithéliales de cette paroi. Ce point de prolifération est en général opposé à celui où l'ovaire se continue avec un oviducte.

Oviductes. — Chaque ovaire donne naissance à un

oviducte. Tous les oviductes s'anastomosent, formant un réseau en grande partie dorsal, et vont finalement aboutir aux deux utérus.

Les oviductes ont une paroi épithéliale ciliée ; le mouvement des cils dirige les œufs de l'ovaire vers l'utérus. Les oviductes, dans le voisinage immédiat de l'ovaire, ne possèdent pas toujours une lumière ; ils paraissent constitués au début par un cordon cellulaire plein.

Utérus. — Il y a deux utérus, un de chaque côté de la gaine pharyngienne. Ce sont deux larges canaux où s'accumulent et s'emmagasinent les œufs. Ils sont très apparents à l'œil nu quand ils sont distendus par les œufs. On les suit alors à partir de l'organe copulateur femelle, à droite et à gauche de l'organe mâle et de la gaine pharyngienne.

Ils sont situés à peu près sur les mêmes plans que les nerfs longitudinaux, mais du côté dorsal du corps (fig. 262, U). Toutefois, quand ils sont distendus par les œufs, ils s'étendent presque de la face dorsale à la face ventrale.

Dans le voisinage de l'organe copulateur femelle, ils s'amincissent et se rapprochent de la ligne médiane. Ils se dirigent alors un peu en arrière de l'organe copulateur, puis se recourbent en avant et se réunissent au point où ils s'ouvrent dans cet organe par un court canal commun (fig. 266, *ut.*).

Les utérus sont tapissés par un épithélium aplati, entouré extérieurement de quelques fibres musculaires circulaires. En étudiant une série de coupes transversales, on voit que, par place, la lumière de l'utérus est traversée par des septums longitudinaux.

Organe copulateur femelle. — Il est situé immédiatement en arrière et au-dessus de l'organe adhésif (fig. 266, *org. adh.*). C'est une poche piriforme qui reçoit dans sa partie renflée et postérieure le court canal commun des deux utérus (fig. 266, *ut*) lequel vient s'ouvrir à la face inférieure et postérieure de l'organe copulateur. Cette poche piriforme se dirige d'abord horizontalement d'arrière en avant (voy. fig. 266), puis elle se courbe en arrière et en bas pour aboutir à l'orifice génital femelle.

On peut distinguer dans cet organe copulateur trois parties :

1° La partie renflée (fig. 266, *org. c.*) qui est tapissée par un épithélium cilié et entouré par une couche musculaire appréciable, composée de fibres circulaires et de quelques fibres longitudinales externes ;

2° La partie en forme de tube (fig. 266, *c. gl. coq.*) caractérisée par le grand nombre de glandes (fig. 266, *gl. coq.*) qui y déversent leur produit. Ces glandes, appelées *glandes coquillières*, sont unicellulaires, très nombreuses et logées dans le mésenchyme environnant. Leurs conduits très serrés traversent perpendiculairement la paroi du tube et versent dans la lumière de l'organe copulateur leur produit.

Chez la Trémellaire, la coque de l'œuf n'est pas formée en totalité au moins par le produit des glandes dites coquillières, mais bien par un magma qui entoure les œufs déjà dans l'utérus et qui se durcit au contact de l'eau de mer.

Cette partie en forme de tube est tapissée par un épithélium cilié, mais moins élevé que celui de la portion précédente de l'organe copulateur. L'épithélium forme

des plis longitudinaux saillants dans la lumière du tube. La musculature est extrêmement réduite dans cette partie ; elle consiste en une très mince couche de fibres circulaires entourées elles-mêmes par quelques fibres longitudinales externes ;

3° L'*antrum femininum* tapissé aussi d'un épithélium

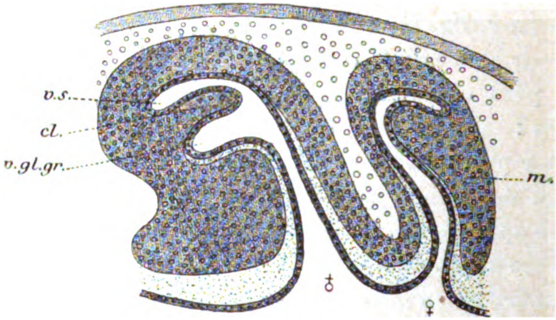


Fig. 271.
Coupe sagittale passant par l'ébauche de l'appareil copulateur (d'après Lang).

v. s., vésicule séminale. — *v. gl. gr.*, vésicule des glandes granuleuses. *cl.*, cloison. — *m.*, musculature.

vibratile et par les mêmes couches musculaires, mais plus développées que celles du tube coquillier. C'est un espace très réduit qui est en rapport avec l'orifice femelle et est dépourvu de glandes coquillières.

Les organes copulateurs mâle et femelle doivent être considérés comme résultant d'invaginations médianes de l'épithélium ventral du corps, ainsi que le montre la figure 271. La cloison (*cl.*) qui sépare la vésicule de l'organe copulateur en deux vésicules secondaires (*v, s.* et *v. gl. gr.*) est un repli de l'épithélium. Autour des deux

invaginations s'observe l'ébauche de la musculature (fig. 271, *m.*).

Embryogénie. — Les phénomènes intimes de la maturition de l'œuf, de la fécondation et de la segmentation ont été étudiés avec soin par M. Francotte qui a reconnu que

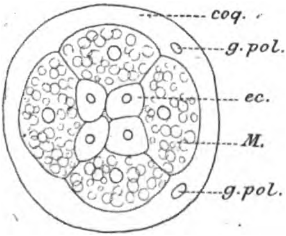


Fig. 272.

Stade huit, vu par le pôle animal ou aboral.

g.pol., globules polaires. — *e.c.*, ectoderme. — *M.*, macromères. — *coq.*, coque de l'œuf.

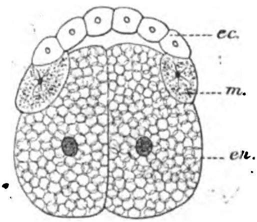


Fig. 273.

Coupe optique d'un œuf segmenté après la formation des initiales du mésoderme.

ec., ectoderme. — *m.*, mésoderme. *en.*, endoderme.

la cinèse préalable à la sortie du premier globule polaire débute dans l'utérus.

Après l'émission des deux globules polaires, la segmentation donne d'abord deux, puis quatre blastomères égaux. Chacun de ces blastomères engendre un micromère, de telle sorte que le stade huit comprend quatre micromères (fig. 272, *ec.*), première ébauche de l'ectoderme et quatre macromères (fig. 272, *M.*).

Dès lors nous avons une masse blastodermique à deux feuillets, c'est-à-dire une gastrula dont le blastopore est représenté par toute la surface des macromères non recouverte par les micromères.

La segmentation se poursuit alors suivant un mode épibolique. Les cellules ectodermiques prolifèrent et les quatre macromères engendrent chacune une cellule qui se loge entre l'ectoderme et les macromères (fig. 273, *m.*). Ces quatre cellules de nouvelle formation sont les initiales du mésoderme.

Les quatre cellules mésodermiques se segmentent à

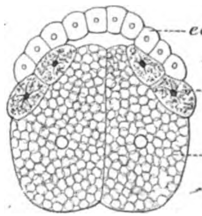


Fig. 274.

Coupe optique d'un œuf segmenté montrant la prolifération des cellules ectodermiques et mésodermiques.

ec., ectoderme. — *m.*, mésoderme. *en.*, endoderme.

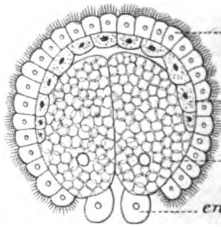


Fig. 275.

Coupe optique d'un embryon après la formation des cellules endodermiques proprement dites.

ec., ectoderme cilié. — *m.*, mésoderme. — *end.*, endoderme. — *m.n.*, masses nutritives.

leur tour et forment quatre amas cellulaires en partie recouverts par les cellules ectodermiques qui continuent à se multiplier.

Les quatre amas mésodermiques se rejoignent au pôle animal et finissent par constituer une calotte mésodermique sous la calotte ectodermique qui s'étend de plus en plus.

En même temps les quatre grosses cellules endodermiques engendrent chacune une cellule plus petite (fig. 275, *end.*). Ces quatre petites cellules de nouvelle formation

sont les initiales de l'endoderme proprement dit qui formera la paroi épithéliale de l'intestin. Les quatre grosses cellules dont elles proviennent (fig. 275, *m. n.*) constituent des masses nutritives.

Le point d'apparition des petites cellules endodermiques peut être considéré comme le centre du blastopore.

Une des quatre masses nutritives se divise. A ce moment l'embryon est définitivement orienté. Une des cinq balles nutritives occupe le pôle aboral, les quatre autres sont tournées vers le pôle opposé, le pôle oral, où se formeront la bouche et le pharynx.

Après la formation de la cinquième balle nutritive et après que la calotte ectodermique a entièrement recouvert et la masse nutritive et les initiales de l'endoderme, autrement dit après la fermeture du blastopore, les grosses balles nutritives se désagrègent en un assez grand nombre de balles plus petites.

En même temps, les cellules endodermiques prolifèrent et augmentent considérablement en nombre. Elles se répandent à la surface des masses nutritives, pénètrent entre celles-ci (voy. fig. 276) et forment des tubes qui, en se mettant en rapport les uns avec les autres, constituent l'intestin dendrocœlique de l'adulte.

Le mésoderme forme la couche musculaire cutanée, ainsi que les autres muscles et le mésenchyme.

Le pharynx, dont nous avons vu plus haut le mode de formation, se forme à peu près au point où le blastopore s'est fermé, au pôle oral, c'est-à-dire vers la partie postérieure et ventrale de l'embryon.

Le cerveau paraît se constituer aux dépens de deux

épaississements ectodermiques, dans le voisinage du pôle aboral.

L'origine du système excréteur est inconnu.

Au moment de l'éclosion, les balles nutritives sont loin d'être toutes résorbées. Elles disparaissent peu à peu et lentement.

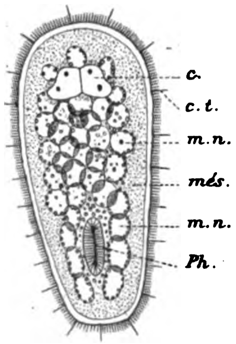


Fig. 276.
Trémellaire au moment de l'éclosion.

c., cerveau et yeux. — *Ph.*, pharynx. — *c.t.*, cils tactiles. — *m.n.*, balles nutritives. — *més.*, mésoderme.

Le jeune nouvellement sorti de l'œuf (fig. 276) est déjà fortement aplati dorso-ventralement. Il présente à peu près la forme de l'adulte. Sa peau ciliée présente de nombreux cils raides, tactiles (*c. t.*). Les yeux ne sont encore qu'au nombre de quatre, deux de chaque côté, au-dessus du cerveau (fig. 276, *c.*). Le pharynx (*Ph.*) est encore franchement postérieur.

Les caractères de l'adulte sont acquis progressivement. Le développement est direct.

Avant l'éclosion, l'embryon était roulé sur lui-même et remplissait complètement la coque de l'œuf. Quand il éclôt, il se déroule, s'allonge et court avec une grande vivacité sur les parois de l'aquarium.

Le développement de l'embryon depuis la ponte jusqu'à l'éclosion exige en moyenne une quinzaine de jours.

Régénération des parties mutilées. — La Trémellaire, comme probablement la généralité des Polyclades, peut régénérer ses parties mutilées. Les points en voie

de régénération se reconnaissent toujours par leurs dimensions moindres et par leur couleur plus pâle.

Lang a observé une Trémellaire (fig. 277) qui régénérait toute la partie moyenne et postérieure de son corps. Il n'est pas rare de trouver des individus avec des portions plus ou moins étendues du corps en voie de régénération.

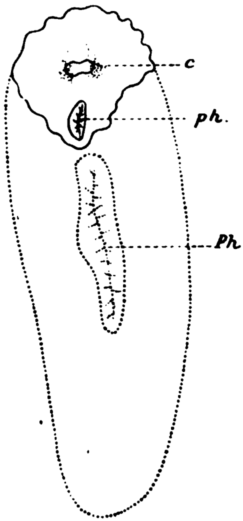


Fig. 277.
Croquis d'une Trémellaire en voie de régénération des parties moyenne et postérieure de son corps (d'après Lang).

c., cerveau. — *ph.*, pharynx régénéré. — *Ph.*, pharynx de l'animal avant la mutilation.

Lorsqu'on conserve un certain nombre de Trémellaires dans une cuvette sans en prendre soin, il arrive souvent que ces animaux présentent une désagrégation d'une partie plus ou moins considérable de leur corps, soit à l'extrémité postérieure, soit latéralement. Ces animaux continuent à ramper jusqu'à ce que la décomposition ait atteint la région cervicale. Si l'on met de ces animaux dans de bonnes conditions, c'est-à-dire si on les transporte dans une cuvette propre dans laquelle on établit un écoulement continu d'eau de mer, la désagrégation s'arrête et la régénération s'opère assez facilement.

Pas plus que Lang, je n'ai observé de régénération de la partie cervicale du corps. Mais tous les autres organes, y compris l'intestin principal et le pharynx, peuvent être régénérés.

Les coupes faites à travers les parties qui se régénèrent montrent une grande accumulation de cellules embryonnaires.

Parasites de la Trémellaire. — En 1868, Keferstein trouva plusieurs fois à Saint-Malo, dans l'appareil digestif (dit-il) de la Trémellaire, un parasite microscopique dont il donna un dessin. Ce *parasite problématique*, comme l'appelait Keferstein, a été retrouvé en 1880, à Saint-Vaast-la-Hougue, par S. Jourdain dans un seul exemplaire de Trémellaire, non pas dans les cæcums intestinaux, mais dans des galeries microscopiques creusées dans l'épaisseur du mésenchyme du corps.

Ce parasite, que Jourdain désigne sous le nom de *Prothelminthus Hessi*, a le corps cylindrique, couvert de cils vibratiles et divisé en anneaux.

Jourdain signale et figure deux sortes d'individus. Les *grands individus*, qui ont $0^{mm},13$ à $0^{mm},15$ de long sur $0^{mm},03$ de large, sont d'un vert sombre ; leur corps est formé de quatorze ou quinze anneaux. Ces individus sont plus nombreux que les petits et sont des femelles.

Les *petits individus* qui ont $0^{mm},10$ de long sur $0^{mm},02$ de large, sont à peine colorés et ne sont formés que de douze à treize anneaux. Jourdain les considère avec doute comme des mâles, car il n'a pas observé les spermatozoïdes.

Le *Prothelminthus Hessi* doit être rangé parmi les Orthonectides, comme l'a fait, dès 1877, A. Giard qui lui a donné le nom de *Intoshia Leptoplanæ*.

Toutefois l'Orthonectide de la Trémellaire ne se déplace pas rapidement en ligne droite comme les *Rhopalura*

des Ophiures; il ne présente que des mouvements de rotation autour du grand axe du corps et des mouvements de flexion totale.

Ce parasite paraît assez rare. Je ne l'ai jamais rencontré, bien que le nombre des Trémellaires que j'ai observées sur les côtes du Boulonnais soit considérable.

Comme Julin a montré que l'*Intoshia* n'est que la jeune femelle du genre *Rhopalura*, j'estime que, provisoirement au moins, il convient de laisser à l'Orthonectide de la Trémellaire le nom que lui a donné Jourdain.

Il est à souhaiter que l'étude de ce parasite soit reprise au double point de vue de l'organisation et du développement.

Le *Prothelminthus Hessi* est le seul parasite qui, à ma connaissance au moins, ait été signalé chez la Trémellaire.

Méthodes techniques. — Les méthodes techniques pour l'étude des Polyclades sont les mêmes que pour les Triclades. Je n'ai donc qu'à renvoyer le lecteur à la fin du chapitre consacré à la Planaine blanche.

On peut employer tous les colorants, mais je recommande plus particulièrement le colorant d'Heidenhain à l'hématoxyline au fer, l'hématine à l'alun, l'hématoxyline et les carmins à l'alun ou au borax.

Bibliographie.

Tous les renseignements bibliographiques relatifs à *Leptoplana tremellaris* jusqu'à l'année 1884, se trouvent dans :

A. Lang. — *Die Polycladen (Seeplanarien) des Golfes von Nea-*

pel. (Fauna und Flora des Golfes von Neapel), 1884, p. 476 et 477.

Voir aussi :

P. HALLEZ. — *Catalogue des Rhobdocœlides, Triclades et Polyclades du nord de la France.* 2e édition. Lille, 1894, p. 210 et 211.

GAMBLE. — *The Turbellaria of Plymouth Sound and the Neighbourhood.* (Journal of the Marine Biological Association. New series, vol. III, n° 1.) 1894.

P. FRANCOTTE. — *Recherches sur la maturation, la fécondation et la segmentation chez les Polyclades.* (Mémoires couronnés et Mémoires des savants étrangers, publiés par l'Académie royale des Sciences, des Lettres et Beaux-Arts de Belgique, t. LV, 1897.)

VERS RONDS

CHAPITRE XIX

NÉMATODES

Par Paul HALLEZ
Professeur à l'Université de Lille.

L'ANGUILLULE DU VINAIGRE

(*Anguillula oxophila*, SCHNEIDER.)

SYNONYMIE. — *Chaos redivivum*, LINNÉ (*Systema naturæ*). — *Anguille du vinaigre*, ROZIER, 1775. — *Anguille de la colle*, ROZIER, 1775. — *Vibrio anguillula* α (*aceti*), O. FR. MÜLLER, 1786. — *Vibrio anguillula* β (*glutinis*), O. FR. MÜLLER, 1786. — *Vibrio aceti*, BORY DE SAINT-VINCENT, 1824. — *Vibrio glutinis*, BORY DE SAINT-VINCENT, 1824. — *Anguillula aceti*, EHRENBERGH, 1838. — *Anguillula glutinis*, EHRENBERGH, 1838. — *Rhabditis aceti*, DUJARDIN, 1845. — *Rhabditis glutinis*, DUJARDIN, 1845. — *Leptodera oxophila*, SCHNEIDER, 1866. —*Anguillula oxophila*, L. ORLEY, 1880.

Place de l'Anguillule dans la Systématique. — Le groupe des Vers némathelminthes comprend trois classes :

		Classes.
Ni trompe, ni lemnisques.	Tube digestif bien développé. Cavité générale spacieuse.	*Nématodes.*
	Tube digestif rudimentaire. Cavité générale oblitérée par du mésenchyme . . .	*Gordiïdes.*
Une trompe et deux lemnisques. Pas de tube digestif. Cavité générale spacieuse. . . .		*Acanthocéphales.*

Von Linstow[1] divise les Némathelminthes en trois familles, qui sont :

1. *Secernentes.* — Dans les lignes latérales se trouve un bourrelet à base étroite qui fait saillie à l'intérieur du corps et est plus élevé que les muscles ; dans un de ces bourrelets ou dans les deux court un vaisseau longitudinal qui s'ouvre en avant sur la ligne ventrale par le pore excréteur. Les espèces de cette famille sont libres ou, le plus souvent, habitent, à la maturité sexuelle, un tube digestif. Les bourrelets ont une fonction rénale.

(Ascaris, Physaloptera, Cheiracanthus, Lecanocephalus, Heterakis, Cucullanus, Sclerostomum, Peritrachelius, Ancryacanthus, Dacnitis, Spiroptera, Spiroptenina, Leptosomatum, Oxyuris, Oxysoma, Nematoxys, Strongylus, Ankylostomum, Trichina.)

2. *Resorbentes.* — Dans les lignes latérales se trouve un large champ qui occupe quelquefois 1/6 de la circonférence totale du corps ; ces champs ont à peu près l'épaisseur de la musculature, ils ne contiennent aucun vaisseau

[1] *Zur Systematik der Nematoden nebst Beschreibung neuer Arten.* (Zeitsch. f. mik. Anat. S. 2, t. XLIX, 1897, p. 620.)

et paraissent avoir une fonction nutritive. Le pore excréteur manque. Les espèces de cette famille n'habitent pas, à la maturité sexuelle, le tube digestif de leur hôte.

(Filaria, Filaroides, Dispharagus, Dracunculus, Eustrongylus, Ichthyonema, Pseudalius, Angiostomum.)

3. *Pleuromyaires.* — Dans les lignes latérales ne se trouvent ni bourrelets, ni champs latéraux, mais des muscles. Souvent un étroit tube chitineux œsophagien; chez quelques genres l'intestin manque complètement.

(Trichocephalus, Trichosoma, Gordius, Nectonema, Mermis, Echinorhynchus.)

Si l'on adopte cette classification de von Linstow, l'Anguillule de vinaigre doit rentrer dans la famille des *Secernentes.*

L'Anguillule du vinaigre appartient à la classe des Nématodes à laquelle on peut attribuer la diagnose suivante :

« Vers à corps rond, fusiforme, non annelé, recouvert d'une cuticule épaisse. Cavité du corps spacieuse. Tube digestif droit, à bouche antérieure et à anus ventral vers l'extrémité postérieure du corps. Pas de trompe, pas de lemnisques. Deux canaux excréteurs latéraux. Sexes d'ordinaire séparés. Système nerveux dépourvu de chaîne ganglionnaire ventrale. Pas de métamérie interne. Jamais de cils vibratiles à aucun stade du développement. »

La classe des Nématodes est très homogène, aussi est-il bien difficile de la subdiviser en sous-classes ou tribus, sans tomber dans les inconvéniemts des classifications purement artificielles.

La classification de Schneider en Polymyaires, Méro-

myaires et Holomyaires n'est généralement plus admise. La tribu des Holomyaires n'existe pas dans le sens que donne à ce mot Schneider, et il est parfois bien difficile de décider si l'on a affaire à un Polymyaire ou à un Holomyaire.

Au point de vue des conditions biologiques, ces animaux peuvent être distingués en Nématodes libres et en Nématodes parasites.

On pourrait espérer qu'à ces conditions si différentes doivent correspondre des caractères nets, tels, par exemple, que la présence ou l'absence d'organes sensoriels. Mais ici encore on éprouve une déception, car les Nématodes libres peuvent être dépourvus d'organes des sens. Tel est le cas de notre Anguillule. En outre, le degré de parasitisme est très variable et enfin le parasitisme peut n'être que temporaire.

Actuellement le mieux est peut-être de diviser directement les Nématodes en familles dont plusieurs sont encore mal délimitées.

En résumé, une bonne classification des Nématodes est encore à faire.

A quel genre l'Anguillule du vinaigre doit-elle être rattachée ?

Les premiers noms de *Chaos*, *Anguilla*, *Vibrio*, sous lesquels notre animal a d'abord été désigné, doivent être écartés, soit parce que ces noms s'appliquent aussi à des êtres tout différents, soit parce qu'ils n'ont pas été accompagnés d'une description suffisante.

Nous ne nous trouvons donc plus en présence que de trois noms génériques : *Anguillula* Hemprich et Ehrenbergh, *Rhabditis* Dujardin et *Leptodera* Dujardin.

Le genre *Rhabditis* de Dujardin est caractérisé par un œsophage présentant un renflement antérieur et un bulbe terminal, par la présence de deux spicules en forme de gouttière, accompagnés d'un spicule accessoire arqué et grêle.

Schneider supprima ce genre, le fit entrer en partie dans le genre *Leptodera* et en partie dans un genre nouveau auquel il donna le nom de *Pelodera*, et il rangea l'Anguillule du vinaigre dans le genre *Leptodera*.

Schneider caractérisa les *Leptodera* et ses *Pelodera*, de la manière suivante :

Leptodera : 2 spicules égaux, bourse absente ou ne comprenant pas la pointe caudale, 3 papilles préanales.

Pelodera : 2 spicules égaux, bourse toujours présente comprenant la pointe caudale, 4 ou 5 papilles préanales.

Or, ce que Schneider appelle bourse, dans ces deux genres, consiste simplement en deux replis cuticulaires aliformes, situés latéralement et intéressant plus ou moins la pointe caudale. Cette pointe caudale est d'ailleurs très diversement développée et peut même faire défaut, par exemple, chez les mâles de *Leptodera teres* et de *Pelodera strongyloïdes* chez lesquels les replis aliformes se rejoignent en arrière du corps. A ce point de vue, il n'y a pas de raison pour placer ces deux espèces dans un genre plutôt que dans l'autre.

Quant au nombre des papilles préanales, il constitue un caractère plutôt spécifique que générique, puisqu'il peut varier dans les différentes espèces d'un même genre et notamment du genre *Pelodera* de Schneider.

Aussi, je ne puis qu'approuver L. Orley, qui n'a pas

reconnu ces deux genres et n'a conservé à leur place que le genre *Rhabditis*.

Nous n'avons donc plus à hésiter qu'entre *Rhabditis* et *Anguillula*.

Ces deux genres, quoique voisins, sont cependant assez bien caractérisés par la disposition des organes génitaux femelles qui, chez *Rhabditis*, sont doubles, tandis qu'ils sont simples dans le genre Anguillula.

D'après ce caractère, l'Anguillule du vinaigre doit être rangée dans le genre *Anguillula*.

Les noms spécifiques qui lui ont été donnés, sont également multiples. Ainsi qu'on peut le voir à la synonymie, tous les premiers auteurs ont fait deux espèces distinctes de l'Anguillule du vinaigre et de l'Anguillule de la colle. Schneider les a réunies en une seule à laquelle il a donné le nom d'*oxophila*. Il a toutefois fait observer qu'il peut se faire que des espèces voisines se trouvent dans la colle d'amidon et dans le vinaigre, mais que l'espèce *oxophila* peut certainement vivre également bien dans les deux milieux.

Conformément aux règles de la nomenclature zoologique, notre anguillule doit donc porter le nom de *Anguillula oxophila*, mais on doit regretter que Schneider n'ait pas adopté le nom spécifique de Linné, celui de *redivivum*.

Ethologie. Reviviscence. — Notre anguillule n'est parasite à aucune période de son existence, elle vit dans la colle d'amidon et entre les champignons qui se trouvent dans le vinaigre fermenté. Mais, ainsi que l'a fait observer Schneider, sa présence dans le vinaigre est bien

plus rare que ne l'indiquent les observateurs anciens.

Dujardin avait déjà fait cette remarque et il a émis l'opinion que ce fait tient à ce que le vinaigre n'est plus retiré du vin.

Dans le vinaigre employé jadis, dit Schneider, et fabriqué à l'aide du vin ou de la bière, il restait vraisemblablement une grande quantité de sucre et d'albumine, formant un terrain favorable à la production des champignons et, par suite, propice aussi aux anguillules. En effet, le développement sexuel et la reproduction de ces animaux ne peuvent s'accomplir dans le vinaigre pur, mais seulement au milieu de champignons propres à leur fournir une alimentation azotée. Le vinaigre, tel qu'on l'emploie dans le commerce aujourd'hui, ne contient jamais d'anguillules adultes, mais seulement des jeunes. Ces derniers s'y trouvent même souvent à l'état de cadavres, et l'on doit se mettre en garde contre l'erreur tendant à faire prendre pour d'innombrables êtres vivants les dépouilles tégumentaires qu'on voit nager dans le liquide lorsqu'on agite le flacon.

Si les anguillules sont rares dans le vinaigre du commerce, on les trouve néanmoins en très grande quantité et à tous les degrés de développement dans la mère du vinaigre, dans la fabrication actuelle.

On peut aussi s'en procurer facilement dans les brasseries, autour des bondes des tonneaux de bière, où ces animaux forment parfois une couche de plusieurs millimètres.

Dans les laboratoires, on peut cultiver les anguillules, avec la plus grande facilité, à la surface d'un empois d'amidon ou de colle de farine.

Si l'on emploie de la colle, obtenue en cuisant la farine d'amidon pure, on ne parvient pas à élever les anguillules ; il faut ajouter à la colle une substance azotée qui est indispensable pour l'élevage de ces animaux.

Schneider recommande le procédé suivant : après avoir fait cuire de la farine de froment dans de l'eau mélangée d'acide acétique, on enferme cette colle dans un sac de toile qu'on dépose dans un pot de fleurs avec de la terre humide ; au bout de dix à douze jours, on trouve régulièrement cette colle remplie d'anguillules.

Le procédé que j'emploie pour cultiver les anguillules est plus simple et plus rapide. Je fais cuire de la farine d'amidon ou mieux de froment dans une quantité d'eau suffisante pour obtenir un empois épais à la température ordinaire. Dès que la colle est refroidie, je sème à sa surface le mélange de levure et d'anguillules recueilli à la surface des tonneaux de bière et, en quelques jours, on obtient une prodigieuse quantité d'anguillules à tous les degrés de développement. Ces anguillules forment sur les bords du vase une couche de plusieurs millimètres.

Ce qui est intéressant, au point de vue des conditions du développement, c'est que cette colle desséchée peut, même après plusieurs années, lorsqu'on lui rend l'humidité nécessaire, fournir de nouvelles générations de Nématodes. Je conserve toujours, dans mon laboratoire, de cette colle desséchée, afin d'avoir des anguillules sous la main pour les besoins de l'enseignement. Il suffit de semer un peu de cette colle sèche et grossièrement divisée, à la surface d'un empois frais, pour avoir, au bout de quelques jours, des anguillules en grande quantité. Une colle desséchée, depuis cinq ans, m'a encore donné de bons résultats.

Ces Nématodes sont-ils reviviscents? Ou bien sont-ce leurs œufs qui jouissent de la propriété de résister à une dessiccation prolongée ?

Telles sont les questions que soulève le fait que je viens de faire connaître et auxquelles il est facile de répondre.

En effet les premières anguillules qu'on récolte, en opérant comme je l'ai indiqué, sont constamment de jeunes embryons nouvellement éclos. Ceux-ci grandissent peu à peu, et ce n'est que plusieurs jours plus tard qu'on peut se procurer des individus arrivés à maturité sexuelle.

Cette simple observation montre que les individus jeunes ou adultes ne sont pas reviviscents et que, par conséquent, les embryons nouvellement éclos ne peuvent provenir que d'œufs ou d'embryons non éclos qui ont résisté pendant toute la durée de la dessiccation et qui, mis dans des conditions convenables de température et surtout d'humidité, ont continué à évoluer ou se sont hâtés de sortir de leurs membranes protectrices.

Cette interprétation est contrôlée par l'observation directe.

En effet, des anguillules adultes, abandonnées à une dessiccation lente sur une lame de verre, meurent et ne peuvent plus jamais être rappelées à la vie. Il en est de même des jeunes nouvellement éclos. Les œufs et les embryons non éclos *retirés de l'utérus* ne résistent pas davantage à la dessiccation.

Mais il en est tout autrement des œufs, à tous les degrés de développement, qui restent dans le corps *intact* de leur mère. Lorsque celle-ci vient à se dessécher lentement, ses enveloppes cuticulaire et cutanée, ainsi que les liquides albumineux desséchés de sa cavité générale et de son

utérus, forment autant de couches protectrices qui remplissent le même rôle que les membranes périvitellines des espèces ovipares, et notamment des *Ascaris*, membranes qui préservent aussi les œufs de la dessiccation.

Dans ces conditions, les œufs et les embryons d'anguillules, 1° ne se dessèchent qu'avec lenteur, et il est même probable qu'ils ne se dessèchent jamais complètement ; 2° ils sont préservés par une épaisse couche imperméable, pendant tout le temps que dure la dessiccation ; 3° quand ils sont placés dans un milieu humide, ils ne peuvent reprendre que très lentement l'humidité nécessaire à l'éclosion.

Cette dernière condition est importante, car j'ai plusieurs fois constaté à mes dépens, dans le cours des recherches que j'ai faites sur les Nématodes, que des transitions brusques de sécheresse et d'humidité, de même que des transitions brusques de température, sont funestes aux œufs et aux embryons de ces animaux.

En résumé, les prétendus phénomènes de reviviscence, qui ont valu à l'Anguillule du vinaigre le nom spécifique de *redivivum* qui lui a été donné par Linné, sont de même ordre que ceux qu'on observe chez bon nombre de Nématodes et en particulier chez les *Ascaris*. La dessiccation, même prolongée, ne tue pas, mais elle met obstacle à l'éclosion. Seulement, pour le cas de l'Anguillule, qui est une espèce vivipare dont les œufs sont dépourvus des membranes imperméables que possèdent l'*Ascaris*, la dessiccation ne tue pas, à la condition que l'œuf reste dans son milieu ordinaire, c'est-à-dire dans le corps de la mère qui joue le rôle des membranes protectrices qui lui font défaut.

L'Anguillule ne paraît pas avoir de parasites. Mais il sert souvent de substratum à des touffes de champignons qui se fixent sur ses téguments, particulièrement sur la queue, dans le voisinage de l'anus ou de l'orifice génital.

Morphologie externe. — L'Anguillule du vinaigre est de fort petite taille. Les femelles n'ont pas plus de 2 millimètres de long et les mâles ne dépassent guère 1 millimètre. La largeur de ces animaux est d'environ 10 μ.

Le corps presque filiforme est extrêmement agile et se tord en tous sens.

Pour en étudier la morphologie externe, il est nécessaire de tuer les anguillules, soit par l'acide acétique glacial si l'on veut procéder ensuite à des colorations, soit par le liquide picro-sulfurique de Kleinenbergh ou tout autre acide, soit par le liquide acéto-mercurique ou même l'alcool. Le corps prend alors une forme rectiligne.

La forme générale du corps est celle d'un cylindre très effilé en arrière et légèrement tronqué à l'extrémité antérieure qui correspond à la bouche (fig. 278, *b.*). L'anus (fig. 278, *a.*), dans les deux sexes, se trouve sur la face ventrale à la base de la pointe caudale.

En arrière du renflement œsophagien connu sous le nom de bulbe (fig. 278, *b. œ.*) se trouve, sur la ligne médiane ventrale, un petit pore (fig. 278, *p.*), le pore excréteur, également dans les deux sexes.

L'orifice génital femelle est ventral et un peu en arrière du milieu du corps, (fig. 278, B. ♀.).

L'orifice génital chez les mâles se confond avec l'anus (fig. 278, A. *a.* ♂).

La queue des femelles est plus longue et plus grêle que

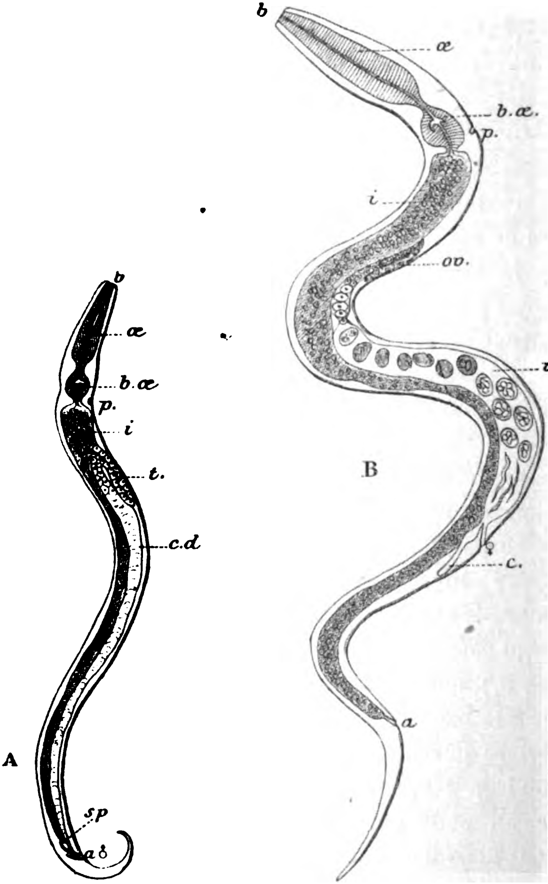


Fig. 278.
Anguillules du vinaigre vues de profil.

A, mâle. — B, femelle. — *b.*, bouche. — *a.*, anus. — ♀, orifice femelle. — ♂, orifice mâle. — *p.*, pore excréteur. — *œ.*, œsophage. — *b. œ.*, bulbe œsophagien. — *i.*, intestin. — *ov.*, ovaire. — *ut.*, utérus. — *c.*, cæcum utérin. — *t.*, testicule. — *c. d.*, canal déférent. — *sp.*, spicules.

celle des mâles (fig. 279). Celle-ci est généralement recourbée ventralement (fig. 278, A). Elle est dépourvue de bourse, c'est-à-dire de ces dispositions spéciales qui se trouvent sur la face ventrale en avant et en arrière de l'anus chez quelques espèces de Nématodes. Toutefois la queue des mâles porte cinq paires de papilles cuticulaires (fig. 279, 1 à 5). Les papilles 1 et 2 sont placées asymétriquement. Les papilles 3 sont dans le plan transversal de l'anus, et les papilles 4 et 5 en avant de l'anus. La distance entre 3 et 4 est un peu plus petite qu'entre 4 et 5. Enfin les papilles 1, 2, 3 et 5 sont tout à fait latérales, tandis que les papilles 4 sont voisines de la ligne médiane ventrale.

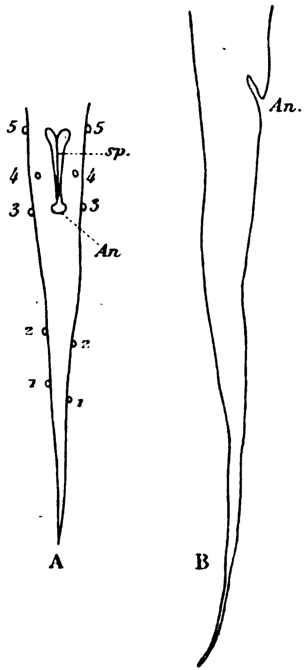


Fig. 279.
A. Extrémité caudale du mâle vue par la face ventrale. B. Extrémité caudale de la femelle vue de profil (d'après SCHNEIDER).

An., anus. — *sp.*, spicules du mâle. — 1 à 5., papilles cuticulaires du mâle.

Dans les descriptions qui vont suivre, nous supposerons l'Anguillule orientée la tête en avant et la face ventrale en bas.

Description des téguments. Cavité générale du

corps. — Les coupes transversales (fig. 280) montrent extérieurement une couche cuticulaire (*c*). Cette ***cuticule***, examinée à un fort grossissement sur des préparations d'individus entiers, est finement striée longitudinalement.

Sous la cuticule se trouve une mince couche granuleuse avec noyaux (fig. 280, *hyp.*). C'est l'ectoderme, souvent

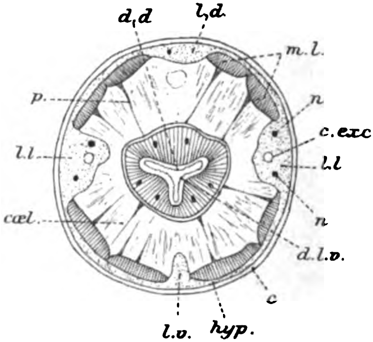


Fig. 280.

Coupe transversale du corps au niveau du bulbe œsophagien.

c., cuticule. — *hyp.*, hypoderme. — *l. d.*, ligne dorsale. — *l. v.*, ligne ventrale. — *l. l.*, champs latéraux. — *c. exc.*, canal excréteur. — *n.*, noyaux. — *m. l.*, cellules musculaires. — *p.*, prolongements des cellules musculaires traversant la cavité générale. — *cœl.*, cavité cœlomique. — *d. d.*, dent dorsale du bulbe œsophagien. — *d. l. v.*, dents latérales ventrales du bulbe œsophagien.

appelée *hypoderme* par les auteurs. C'est cette couche qui produit la cuticule.

Sous l'hypoderme vient une *couche musculaire* (fig. 280, *m. l.*). Ces muscles forment quatre faisceaux longitudinaux dont deux ventraux et deux dorsaux.

Les faisceaux ventraux sont séparés l'un de l'autre, sur la ligne médiane ventrale, par un épaississement linéaire de la couche hypodermique. Cet épaississement est connu sous le nom de *ligne ventrale* (fig. 280, *l. v.*).

De même les faisceaux dorsaux sont séparés l'un de l'autre, sur la ligne médiane dorsale, par un épaississement de même nature, appelé *ligne dorsale* (fig, 280, *l. d.*).

Enfin de chaque côté, le faisceau dorsal et le faisceau ventral correspondant sont séparés par un épaississement longitudinal (fig. 280, *l. l.*) en relation avec l'hypoderme. Ces deux épaississements portent le nom de *champs latéraux*.

Les champs latéraux, examinés avec un objectif à immersion, dans des coupes transversales, présentent quelquefois deux noyaux (fig. 280, *n.*) et toujours un trou (fig. 280, *c. exc.*) que nous étudierons plus loin sous le nom de canal excréteur, et qu'on observe sur toute la longueur des champs latéraux, c'est-à-dire depuis la tête jusqu'à la queue.

L'existence de deux noyaux contigus qu'on peut trouver sur une même coupe tend à faire croire que chaque champ latéral est constitué par deux rangées longitudinales de cellules plus ou moins fusionnées.

D'autre part, la coupe du canal excréteur ne présente pas de double contour et il est permis de croire que ce canal est intracellulaire, comme le pense Nassonow, qui a étudié les organes excréteurs chez d'autres Nématodes.

Chaque faisceau musculaire paraît être constitué par deux rangées de cellules musculaires (fig. 280, *m. l.*). Ces cellules envoyent des prolongements très faciles à observer qui traversent la cavité générale du corps (fig. 280, *p.*) et maintiennent en place les organes et notamment le tube digestif.

La cavité cœlomique (fig. 280, *cœl.*) est étroite dans toute la région de la partie renflée de l'œsophage, mais partout ailleurs elle est spacieuse

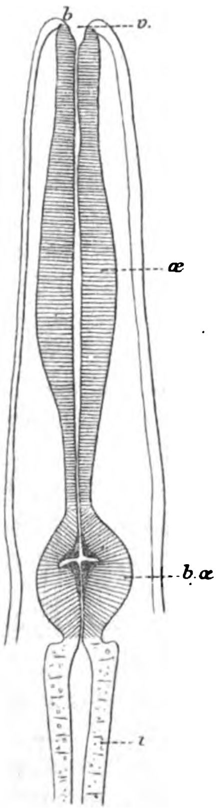


Fig. 281.
Partie antérieure de l'appareil digestif.

b., bouche. — *æ.*, œsophage. — *b. æ.*, bulbe œsophagien. — *i.*, commencement de l'intestin. — *v.*, vestibule.

Description de l'appareil digestif. — Le tube digestif est droit, comme chez tous les Nématodes.

La *bouche* (fig. 281, *b.*) est dépourvue de lèvres et s'ouvre dans un court *vestibule* (fig. 281, *v.*) qui peut s'étendre ou se raccourcir suivant que l'œsophage se retire en arrière ou se rapproche de la bouche. Ces mouvements de l'œsophage sont d'ailleurs peu étendus.

L'*œsophage* fait suite au vestibule. Il est presque cylindrique (fig. 281, *æ.*), à parois épaisses. Plus large dans les deux premiers tiers environ de sa longueur, il se rétrécit en arrière, avant de se dilater en un bulbe. La longueur de la partie rétrécie est d'ailleurs susceptible de varier d'un individu à un autre.

Sur les coupes transversales, on reconnaît que l'œsophage est revêtu intérieurement par une cuticule qui se continue par le vestibule et la bouche avec la cuticule des téguments. Extérieurement il est limité par une membrane à double contour et d'aspect homogène. L'espace compris entre ces deux enveloppes est rempli par des fibres musculaires radiaires

avec noyaux épars. La lumière de l'œsophage est étroite.

Le *bulbe œsophagien* (fig. 281, *b. œ.*) globuleux offre la même structure histologique que l'œsophage (fig. 280), seulement les fibres radiaires ne sont pas toutes perpendiculaires à l'axe de la lumière de l'organe; elles s'irradient

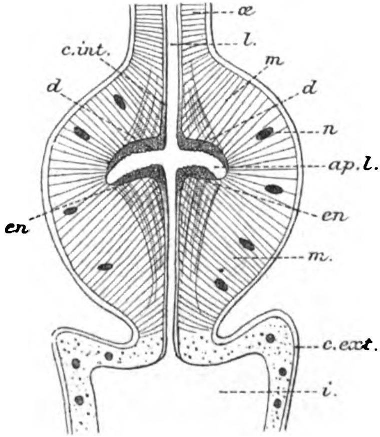


Fig. 282.

Coupe optique longitudinale du bulbe œsophagien (schématique).

œ., œsophage. — *l.*, lumière de l'appareil digestif. — *c. int.*, cuticule interne — *d.*, parties mobiles (dents). — *en.*, parties immobiles jouant le rôle d'enclumes. — *ap. l.*, parties élargies de la lumière. — *m.*, muscles radiaires. — *n.*, noyaux. — *c. ext.*, enveloppe externe. — *i.*, intestin.

du centre, c'est-à-dire de l'appareil dentaire, vers la périphérie. En outre sa lumière a la forme d'un Y (fig. 281 et 282).

L'*appareil dentaire* doit être étudié sur le vivant et sur les coupes. Sur le vivant on peut en étudier les mouvements et sur les coupes la structure.

En comprimant légèrement l'animal, il semble que la lumière du bulbe présente, au milieu de l'organe, deux

petits appendices latéraux, en forme de cæcums (fig. 282, *ap. l.*), et on constate que, lorsque le bulbe fonctionne, ce sont les lèvres antérieures de ces appendices cæcaux (fig. 282, *d. d.*) qui sont mobiles, tandis que les lèvres postérieures (fig. 282, *en. en.*) restent fixes.

Le mécanisme dès lors se comprend aisément. Les particules alimentaires sont broyées entre les pièces dures mobiles ou dents (fig. 282, *d.*) qui jouent le rôle de marteaux, et les pièces immobiles, également dures (fig. 282, *en.*) qui jouent le rôle d'enclumes. L'observation est rendue plus facile lorsqu'on nourrit les anguillules avec de la colle colorée avec de la poudre de carmin et qu'un grain de cette poudre est engagé dans l'appareil dentaire.

Pour se faire une idée plus exacte de la structure du bulbe œsophagien, il est indispensable d'étudier cet organe par la méthode des coupes.

L'étude des coupes transversales (fig. 280) montre que la lumière du bulbe œsophagien est en forme d'Y sur toute sa longueur, mais que cette lumière devient plus vaste vers le milieu du bulbe, point qui correspond à ce que nous avons appelé les dents ou marteaux et les enclumes.

Il y a donc en réalité trois dents : une dorsale (fig. 280, *d. d.*) et deux latérales ventrales (fig. 280, *d. l. v.*). Dès lors nous comprenons que ce qui, dans la coupe optique longitudinale (fig. 280, *ap. l.*), nous apparaissait comme des appendices cæcaux n'est que la partie moyenne et élargie de la lumière du bulbe dont les bords, revêtus par une cuticule épaisse, constituent l'ensemble de ce qu'on nomme l'appareil dentaire.

Les dents, examinées avec un objectif à immersion,

offrent des stries qui justifient le nom qui leur est donné.

En arrière du bulbe œsophagien, le tube digestif présente un étranglement qui sépare le bulbe de l'intestin (fig. 281, *i.*).

Les parois intestinales sont cellulaires et ne présentent pas de cils vibratiles. D'ailleurs l'absence complète des cils vibratiles à tous les stades du développement est un caractère des Nématodes.

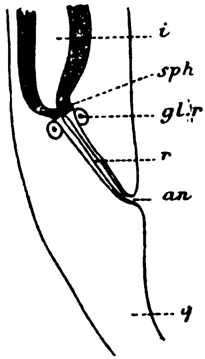


Fig. 283.
Partie postérieure de l'appareil digestif d'une femelle.

i., intestin. — *sph.*, sphincter rectal. — *r.*, rectum. — *q.*, queue. — *an.*, anus. — *gl. r.*, glandes rectales.

L'*intestin* (fig. 278, *i.*) s'étend en ligne droite jusque vers l'extrémité postérieure, dorsalement situé, c'est-à-dire au-dessus du tube génital. Il apparaît avec une grande netteté surtout chez les individus cultivés dans de la colle à laquelle on a ajouté de la poudre fine de carmin ou d'indigo.

A l'extrémité postérieure, l'intestin est fermé par un sphincter (fig. 283, *sph.*). En arrière de celui-ci se trouvent deux glandes rectales, l'une à droite et l'autre à gauche et qui, dans la figure 283 (*gl. r.*) ont été représentées comme si l'une était dorsale et l'autre ventrale, afin que le dessin soit plus simple. Les glandes rectales droite et gauche sont représentées en place dans la figure 284 (*gl. r. g.* et *gl. r. d.*).

Le *rectum* (fig. 283, *r.*) est court, à lumière étroite, et il est revêtu intérieurement par une cuticule qui se continue avec la cuticule de la peau. Il est dirigé de haut en bas et

d'avant en arrière où il s'ouvre à l'origine de la queue (fig. 283, *an.*).

Respiration et circulation. — L'Anguillule du vinaigre, comme tous les Nématodes, est dépourvue d'organes de respiration et de circulation.

La respiration ne peut s'effectuer que par la surface cutanée et peut-être par la surface intestinale.

La cavité générale contient un liquide qu'on trouve coagulé dans les coupes.

Système nerveux et organes des sens. — Le système nerveux de l'Anguillule du vinaigre n'a pas été étudié. A cause de la petitesse de cette espèce on n'est pas encore parvenu à mettre en évidence les éléments nerveux qui doivent exister dans la couche hypodermique et dans ses épaississements longitudinaux.

On ne connaît pas à l'anguillule d'organes sensoriels.

Description des organes excréteurs. — Les organes excréteurs consistent en deux fins canaux longitudinaux qui sont logés, l'un à droite et l'autre à gauche, dans les champs latéraux (fig. 280, *c. exc.*). Ils sont aussi longs que les lignes latérales et se terminent en cul-de-sac à leurs deux extrémités.

Un peu en arrière du bulbe œsophagien, les deux tubes excréteurs latéraux se réunissent en un canal commun qui va déboucher au dehors sur la ligne médiane ventrale par le pore excréteur (fig. 278, *p.*).

Comme nous l'avons vu en étudiant les téguments, les deux champs latéraux paraissent formés par deux rangées

de cellules (fig. 280, *n*) plus ou moins fusionnées, et les canaux excréteurs sont vraisemblablement intracellulaires.

Le liquide contenu dans les canaux excréteurs est incolore et est sans doute rejeté en dehors par les contractions de l'enveloppe musculo-cutanée.

Les cellules phagocytaires que Nassonow et d'autres observateurs ont décrites chez quelques autres Nématodes, comme étant en relation avec l'appareil excréteur n'ont, pas pu être observées chez l'anguillule. Cette espèce est évidemment trop petite pour qu'on puisse songer à faire des injections dans la cavité du corps et, d'autre part, en les faisant vivre aussi longtemps que possible dans le carmin à l'alun, l'hématoxyline, etc., on n'observe aucune localisation de la matière colorante. Le résultat est le même quand on incorpore dans la colle, dans laquelle on élève les anguillules, de la poudre très fine de carmin ou d'indigo. Dans ces conditions, les anguillules ont l'intestin injecté en rouge ou en bleu, mais on ne voit pas de localisations de la matière colorante en dehors de l'intestin.

Description des organes génitaux. — Nous étudierons successivement les organes mâles et les organes femelles. Ces organes se trouvent sous l'appareil digestif.

ORGANES MALES. — Ils se composent d'un testicule, d'un canal déférent, d'un conduit éjaculateur et d'un organe copulateur.

Le *testicule* (fig. 278 et 284, *t*.) se trouve à une certaine distance en arrière du bulbe œsophagien et replié ventralement. C'est un organe cellulaire qui produit les spermatomères. Il se dirige d'arrière en avant, puis se recourbe

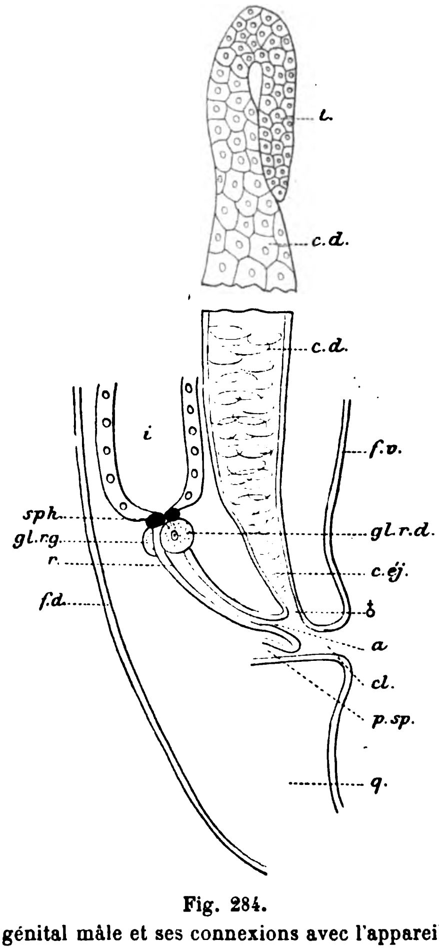


Fig. 284.

Appareil génital mâle et ses connexions avec l'appareil digestif.

t., testicule. — *c. d.*, canal déférent. — *c. éj.*, canal éjaculateur. — ♂, orifice mâle. — *i.*, intestin. — *sph.*, sphincter. — *gl. r. g.*, glande rectale gauche. — *gl. r. d.*, glande rectale droite. — *r.*, rectum, — *a.*, anus. — *p. s. p.*, orifice de la poche des spicules. — *cl.*, cloaque. — *q.*, queue. — *f. d.*, face dorsale. — *f. v.*, face ventrale.

de bas en haut de façon à prendre une direction inverse d'avant en arrière.

Il passe alors au *canal déférent* (fig. 278 et 284, *c. d.*) dans lequel on trouve successivement et d'avant en arrière des spermatogonies, des spermatocytes et enfin des spermatozoïdes.

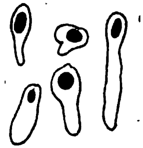


Fig. 285. Spermatozoïdes.

Les spermatozoïdes recueillis dans les organes mâles ont la forme de cellules plus ou moins allongées, généralement renflées en massue dans la partie où se trouve le noyau (fig. 285).

La partie postérieure du canal déférent peut être désignée sous le nom de *canal éjaculateur* (fig. 284, *c. éj.*).

Les parois des canaux déférent et éjaculateur sont cellulaires. Si des fibres musculaires propres ne sont pas observées dans la paroi du canal éjaculateur, ce canal est néanmoins susceptible d'être brusquement comprimé, comme nous le verrons plus loin.

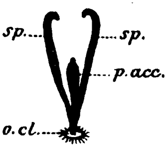


Fig. 286.
Appareil copulateur vu de face.
sp., spicules. — *p. acc.*, pièce accessoire. — *o. cl.*, orifice cloacal.

Le conduit éjaculateur s'ouvre dans un cloaque (fig. 284, *cl.*) où débouchent également le rectum dorsalement (fig. 284, *a.*) et la poche des spicules (fig. 284, *p. sp.*).

L'*appareil copulateur* comprend deux spicules symétriques et une pièce accessoire formés de chitine, et une gaine ou poche des spicules.

Les *spicules* sont placés l'un à droite et l'autre à gauche du rectum et du canal éjaculateur qu'ils embrassent. Leurs pointes postérieures convergent l'une vers l'autre sur la

ligne médiane ventrale. Leurs extrémités antérieures sont recourbées en crochet ventralement. Enfin les deux spicules sont arqués, leur côté concave étant tourné vers la face ventrale. Il est encore à noter que sur le côté interne tourné vers le rectum, ils présentent une gouttière.

La *pièce accessoire* (fig. 286 et 288, *p. acc.*, et fig. 287 B) est plus petite que les spicules. Elle est située dorsalement au-dessus et en arrière du rectum. L'extrémité antérieure légèrement renflée se termine par une petite apophyse, et l'extrémité postérieure converge vers les pointes des spicules. La pièce accessoire est légèrement arquée, son côté concave étant dirigé en avant et ventralement.

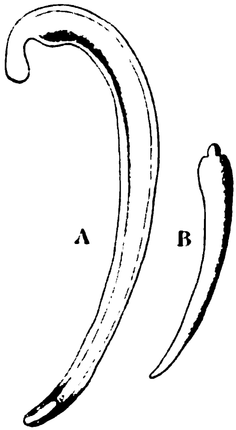


Fig. 287.
A. Spicule isolé. B. Pièce accessoire isolée.

Les spicules et la pièce accessoire sont indépendants l'un de l'autre, mais sont logés dans une *gaine* (fig. 288, *g.*) qui paraît être un diverticulum dorsal de la paroi cloacale (fig. 284, *p. sp.*).

Cette gaine et par suite les pièces chitineuses qu'elle contient sont actionnées par des muscles dont les uns (fig. 288, *m. r.*) vont s'insérer sur la face dorsale du corps et jouent le rôle de *muscles rétracteurs*, tandis que les autres (fig. 288, *m. ext.*) s'insèrent sur la face ventrale du corps et sont des *muscles extenseurs*.

Sous l'influence de ces muscles antagonistes, les spicules peuvent faire saillie au dehors de l'orifice cloacal ou

rentrer à l'intérieur de leur gaine. Assez souvent les spicules sont saillants chez les individus qu'on a fixés par les réactifs.

Ces spicules doivent sans doute jouer le rôle d'organes

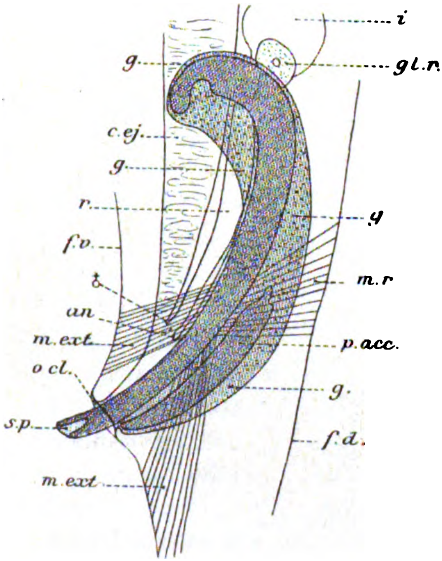


Fig. 288.
Appareil copulateur vu de profil.

sp., spicules. — *p.*, *acc.* pièce accessoire. — *g.*, poche ou gaine des spicules. — *m. r.*, muscles rétracteurs. — *m. ext.*, muscles extenseurs. — *i.*, intestin. — *gl. r.*, glande rectale. — *r.*, rectum. — *an.*, anus. — *c. éj.*, canal éjaculateur. — ♂, orifice mâle. — *o. cl.*, orifice cloacal. — *f. v.*, face ventrale. — *f. d.*, face dorsale.

dilatateurs du vagin lors de l'accouplement. Lorsque leurs pointes sont projetées hors de l'orifice cloacal, les branches recourbées se rapprochent l'une de l'autre en comprimant le canal éjaculateur, tandis que les pointes tendent à s'écarter.

Enfin on doit encore mentionner ici, comme jouant un rôle dans l'accouplement, les papilles cuticulaires que nous avons signalées plus haut sur la queue des mâles.

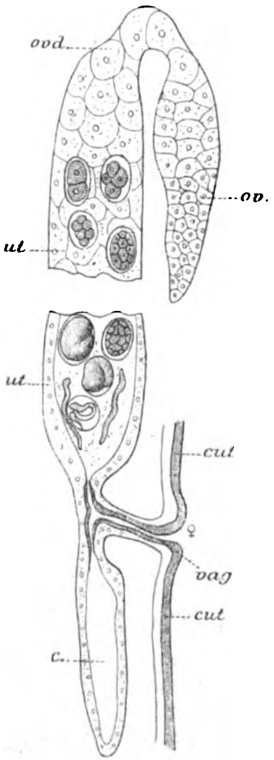


Fig. 289.
Organes génitaux femelles.
ov., ovaire. — *ovd.*, oviducte. — *ut.*, utérus. — *c.*, cæcum utérin. — *vag.*, vagin. — ♀, orifice femelle. — *cut.*, cuticule de la face ventrale.

Organes femelles. — Les organes femelles se composent d'un ovaire, d'un oviducte, d'un utérus, d'un cæcum utérin et du vagin.

L'*ovaire* (fig. 278 et 289, *ov.*) occupe chez la femelle la même place que le testicule chez le mâle. Il est également recourbé ventralement et en arrière. Toutefois, dans un certain nombre d'individus, cet organe est en ligne droite avec l'utérus. Ses parois sont nettement cellulaires.

L'*oviducte* (fig. 289, *ovd.*) est un canal assez court et plus étroit que l'ovaire et l'utérus qu'il relie ensemble.

L'*utérus* (fig. 278 et 289, *ut.*) est un long tube dans lequel les œufs mûrs s'accumulent et y séjournent pour y subir leur développement complet. L'utérus est extraordinairement dilatable ; vide, il n'occupe qu'une place très restreinte

en dessous du tube digestif, mais quand il est gravide, il peut refouler celui-ci et remplir tout le corps dont la cavité cœlomique devient purement virtuelle.

On trouve dans l'utérus non seulement des œufs à tous les degrés de développement, mais encore des embryons libres. Chez certaines femelles l'utérus est rempli de jeunes embryons nouvellement éclos qui grouillent dans les organes maternels. L'espèce est donc bien vivipare.

Dans le voisinage de l'orifice femelle (fig. 289, ♀), l'utérus se rétrécit, sa paroi s'amincit et se recouvre intérieurement d'une couche cuticulaire très manifeste.

Il s'ouvre au dehors par un canal, nommé *vagin* (fig. 289, *vag.*), dont la cuticule se continue avec celle des téguments et celle de l'utérus. Le vagin est dirigé de haut en bas et d'avant en arrière ; il est étroit à l'état de repos, mais élastique et facilement dilatable.

En arrière de l'insertion du vagin sur l'utérus, celui-ci se prolonge en un cul-de-sac (fig. 289, *c.*), ou *cæcum utérin*. Dans quelques exemplaires, j'ai vu ce cæcum plein de spermatozoïdes et j'en conclus qu'il doit remplir les fonctions de receptaculum seminis. Dujardin a signalé la présence d'un embryon qui s'était introduit dans ce cul-de-sac. Ce fait est accidentel et ne doit se présenter que lorsqu'on comprime trop fortement l'utérus gravide.

Embryogénie. — Le groupe des Nématodes est un de ceux dont les études embryogéniques ont atteint le plus haut degré de précision. Ce qui frappe surtout, dans les premiers phénomènes du développement de ces animaux, c'est la spécialisation précoce des diverses cellules blasto-

dermiques et la formation hâtive des cellules germinales ou sexuelles initiales.

Ce fait a été mis en évidence par tous les auteurs qui, après les travaux de Bütschli sur *Cucullanus elegans*, se sont occupés de la question. Il n'y a qu'une seule exception à faire, c'est celle d'une thèse inaugurale qui, sous ce rapport au moins, retarde d'une vingtaine d'années.

Malheureusement la généalogie des cellules blastodermiques n'a pas encore été poursuivie aussi loin pour l'Anguillule du vinaigre que pour l'*Ascaris megalocephala*, le *Rhabdonema nigrovenosa*, le *Strongylus paradoxus*, etc.

L'œuf de l'anguillule n'est entouré que d'une mince coque perméable aux réactifs et aux colorants. Les œufs peuvent être isolés facilement en hachant un paquét d'anguillules dans un fixateur approprié.

Après la formation de deux globules polaires, l'œuf fécondé a une forme ellipsoïdale et son cytoplasme est chargé de granulations lécithiques uniformément répandues.

Les deux premières cellules de segmentation sont légèrement inégales : une des deux (fig. 290, *e. c.*) engendrera les cellules ectodermiques de la région céphalique et dorsale, l'autre (fig. 290, *c. p.*) postérieure est encore indifférenciée.

C'est ordinairement l'initiale de l'ectoderme antérieur qui se segmente la première.

Le stade 4 (fig. 291) est constitué par deux cellules ectodermiques dont une antérieure et une dorsale (fig. 291, *ec. c.* et *ec. d.*) résultant de la division de la cellule *ec.* du stade 2, une cellule méso-endodermique (fig. 291, *m. en.*),

c'est-à-dire une cellule qui, en se segmentant, engendrera l'initiale du mésoderme et l'initiale de l'endoderme, et enfin une quatrième cellule encore indifférenciée et pos-

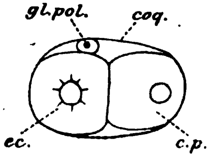


Fig. 290.
Stade 2.

coq., coque de l'œuf. — *gl. pol.*, globule polaire. — *ec.*, initiale antérieure de l'ectoderme. — *c. p.*, cellule postérieure encore indifférenciée.

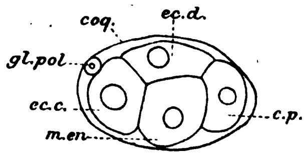


Fig. 291.
Stade 4.

ec. c., initiale de l'ectoderme céphalique. — *ec. d.*, initiale de l'ectoderme dorsal. — *m. en.*, cellule méso-endodermique. — *c. p.*, cellule postérieure encore indifférenciée.

térieure (fig. 291, *c. p.*). Les cellules *m. en.* et *c. p.* du stade 4 résultent de la division de la cellule *c. p.* du stade 2. Après avoir engendré les initiales de l'ectoderme caudal, la cellule *c. p.* du stade 4 deviendra la cellule germinale initiale.

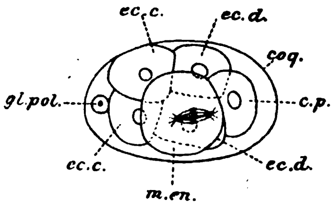


Fig. 292.
Stade 6 vu par la face ventrale.

coq., coque de l'œuf. — *gl. pol.*, globule polaire. — *ec. c.*, ectoderme céphalique antérieur. — *ec. d.*, ectoderme dorsal. — *m. en.*, cellule méso-endodermique sur le point de se diviser. — *c. p.*, cellule postérieure indifférenciée.

Le stade 6 résulte de la division des deux cellules ectodermiques du stade précédent ; ce qui donne deux ectodermiques céphaliques et deux ectodermiques dorsales (fig. 292).

Puis vient un stade 7 (fig. 293) qui résulte de la division de la cellule *m. en.* du stade 6. Dès lors l'initiale de l'endoderme (fig. 293 *en.*) et

l'initiale du mésoderme (fig. 293, *m.*) sont définitivement constituées. L'initiale du mésoderme est ventrale comme l'initiale de l'endoderme, mais antérieure par rapport à celle-ci. En arrière de l'initiale de l'endoderme et sur la même ligne se trouve la cellule postérieure (fig. 293, *c. p.*) plus grosse que les autres et encore indifférenciée.

Dans les stades suivants, la cellule postérieure (*c. p.*)

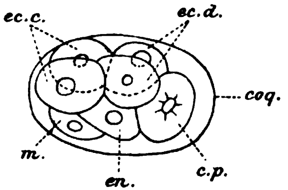


Fig. 293.
Stade 7 vu presque de profil.

coq., coque de l'œuf. — *ec. c.*, ectoderme céphalique. — *ec. d.*, ectoderme dorsal. — *m.*, initiale du mésoderme. — *en.*, initiale de l'endoderme. — *c. p.*, cellule postérieure encore indifférenciée.

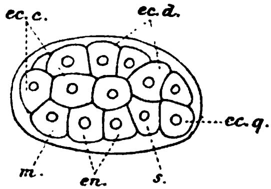


Fig. 294.
Segmentation avancée.

ec. c., ectoderme céphalique. — *ec. d.*, ectoderme dorsal. — *ec. q.*, ectoderme caudal. — *m.*, mésoderme. — *en.*, endoderme. — *s.*, cellule sexuelle initiale.

engendre la cellule initiale de l'ectoderme postérieur et ventral (fig. 294, *ec. q.*) et devient alors la cellule sexuelle initiale (fig. 294, *s.*) ; en même temps les cellules ectodermiques prolifèrent ainsi que les cellules endodermiques et mésodermiques.

L'initiale de l'ectoderme postérieur se segmente rapidement et on observe alors à l'extrémité postérieure deux cellules plus grosses que les autres et en saillie.

A ce stade toutes les cellules sont différenciées.

L'œuf segmenté est une sterroblastula, car la cavité de segmentation est purement virtuelle.

L'invagination gastræale, qui est nette chez *Ascaris*, moins apparente chez *Oxysoma*, fait défaut chez l'Anguillule comme chez *Oxyuris* et *Strongylus*. Ce fait prouve une fois de plus qu'il n'y a pas de différence essentielle entre le processus par invagination et le processus par épibolie.

Chez l'anguillule, le blastopore se ferme graduellement par processus épibolique sans qu'il m'ait été possible de voir s'il existe une relation entre le point où le blastopore se ferme et celui ou apparaît le pore excréteur. C'est ce

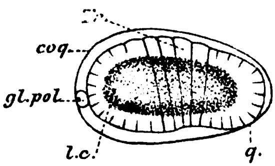


Fig. 295.
Première forme embryonnaire.

l. c., lobe céphalique. — *Tr.*, tronc. — *q.*, lobe caudal.

même processus épibolique qui fait que l'endoderme et le mésoderme, puis finalement la cellule sexuelle initiale sont progressivement enveloppés par l'ectoderme qui se développe plus rapidement que les autres feuillets.

Les cellules mésodermiques, après la fermeture du blastopore, forment deux bandes ventrales, tandis que les cellules endodermiques occupent tout l'espace central.

La cellule sexuelle se segmente rapidement en deux, et ces deux cellules sexuelles occupent une position ventrale et médiane entre les deux bandes mésodermiques.

Après la fermeture du blastopore, le jeune embryon est une masse cellulaire presque cylindrique. Cette masse ne tarde pas à présenter une courbure, prenant ainsi, vue de profil, la forme d'un haricot (fig. 295).

La ligne convexe correspond à la face dorsale, et la face concave à la face ventrale. Le dos devient de plus en plus

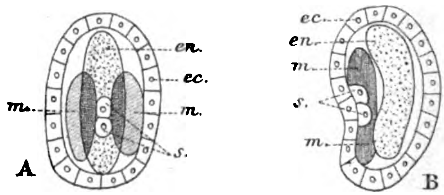


Fig. 296.

Coupes optiques de la première forme embryonnaire :
A, vue par la face ventrale ; — B, vue de profil.

ec., ectoderme. — *en.*, masse endodermique. — *m.*, mésoderme. — *s.*, cellules sexuelles initiales.

convexe au fur et à mesure que la face ventrale devient plus concave et que le corps s'allonge.

On peut alors distinguer un lobe céphalique (fig. 295, *l.c.*)

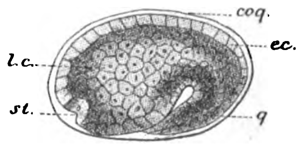


Fig. 297.

Deuxième forme embryonnaire.

coq., coque de l'œuf. — *ect.*, ectoderme. — *l. c.*, lobe céphalique. *st.*, invagination stomodœale. — *q.*, queue.

plus épais et un lobe caudal plus aminci (fig. 295, *q.*). Ces deux lobes sont séparés par une région moyenne, le tronc

(fig. 295, *Tr.*), caractérisé par une métamérisation extérieure, due à ce que les cellules ectodermiques sont, dans cette région, disposées en quatre ou cinq rangées circulaires.

Vu en coupe optique, ce stade montre, à l'intérieur de

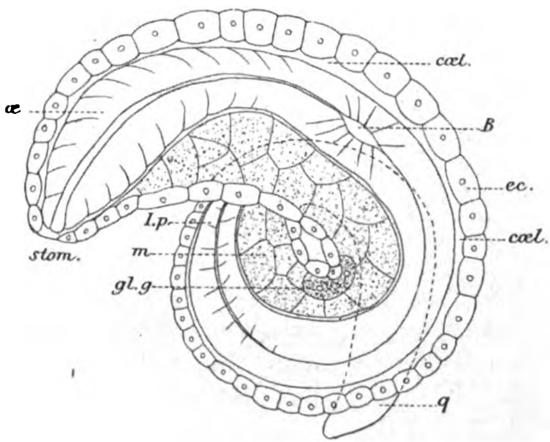


Fig. 298.
Embryon commençant à s'enrouler.

ec., ectoderme. — *m.*, mésoderme. — *gl. g.*, ébauche de la glande génitale. — *stom.*, stomodœum. — *cœl.*, cavité générale. — *œ.*, œsophage. — *B.*, bulbe œsophagien. — *I. p.*, intestin postérieur. — *q.*, queue.

l'enveloppe ectodermique (fig. 296, *ec.*), une masse endodermique dorsale (fig. 296, *en.*), deux bandes mésodermiques latérales et ventrales (fig. 296, *m.*) et l'ébauche génitale sur la ligne médiane ventrale, un peu en arrière du milieu du corps (fig. 296, *s.*).

Par suite de l'allongement continu du corps, l'embryon change de forme. Le lobe caudal aminci et allongé se

replie ventralement ; les ceintures de cellules du tronc deviennent confuses et disparaissent ; le lobe céphalique reste épais, en forme de massue (fig. 297). C'est la deuxième forme embryonnaire.

A ce stade, l'invagination stomodœale est très visible au sommet du lobe céphalique (fig. 297, *st.*).

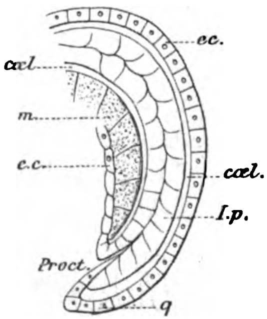


Fig. 299.
Extrémité postérieure du même embryon.

ec., ectoderme. — *m.*, mésoderme. — *proct.*, proctodœum. — *cœl.*, cavité générale. — *I. p.*, intestin postérieur. — *q.*, queue.

L'embryon continue à s'allonger et commence à s'enrouler sur lui-même (fig. 298 et 299). Le proctodœum apparaît (fig. 299, *proct.*). A ce moment la lumière de l'appareil digestif n'est bien visible que dans la région du bulbe œsophagien et de l'œsophage (fig. 298, B.), c'est-à-dire dans l'intestin antérieur. L'intestin moyen est constitué par un cordon cellulaire plein. Les deux bandes mésodermiques ventrales se sont rapprochées de la ligne médiane ventrale où l'on voit l'ébauche de la glande génitale (fig. 298, *gl. g.*).

L'ectoderme se transforme en la couche hypodermique et sa cuticule. Le mésoderme est l'origine des bandes musculaires et de leurs prolongements dans la cavité cœlomique. L'endoderme donne naissance à l'intestin. Les invaginations ectodermiques stomodœale et proctodœale forment, la première, l'œsophage et son bulbe, la seconde, le rectum.

Si l'ébauche d'un système nerveux est produit par un

refoulement des cellules ectodermiques voisines de l'invagination stomodœale, ce refoulement paraît confiné, dans notre espèce, à la face ventrale, sur le prolongement antérieur des bandes mésodermiques ventrales. En effet, en examinant des embryons à ce stade, de profil et en coupe optique, on voit que le tube digestif se trouve contre l'ectoderme dans toute la région dorsale (fig. 298 et 299).

Au moment de l'éclosion, la jeune anguillule s'est considérablement allongée. Elle est repliée plusieurs fois sur elle-même et est mobile à l'intérieur de la coque de l'œuf où elle s'enroule de diverses façons.

Méthodes techniques. — Nous en avons déjà indiqué quelques-unes dans le cours de ce chapitre.

Pour obtenir des coupes sériées de l'anguillule, il est indispensable, à cause de la petite taille et de l'imperméabilité de la cuticule de l'animal, de suivre une méthode spéciale. Voici celle que j'emploie.

Avec une aiguille à cataracte ou la pointe d'un scalpel, on prend un paquet d'anguillules que l'on dépose dans un verre de montre. On verse dessus une goutte d'acide acétique glacial. Les anguillules meurent presque aussitôt dans une position rectiligne. On ne laisse agir l'acide acétique que pendant quinze à vingt secondes et on traite avec quelques gouttes d'une solution saturée de chlorure mercurique.

On laisse agir pendant quelques minutes, puis on verse le contenu du verre de montre sur un tout petit filtre en cellulose pure d'environ 3 centimètres de diamètre.

On lave à l'alcool à 60 degrés. On peut alors procéder à la coloration qui se fait bien si l'acide acétique a suffisamment agi sur la cuticule pour la rendre perméable aux liquides. Pour cela on plonge le filtre dans un tube renfermant le colorant, en ayant soin que le liquide ne passe pas par-dessus les bords du filtre, afin que les anguillules ne tombent pas dans le tube.

Après quinze à trente minutes, suivant la nature du colorant, on retire le filtre du tube, on lave à l'eau, puis à l'alcool faible. L'alcool doit être versé dans le filtre avec une pipette de façon que toutes les anguillules se rassemblent au fond du filtre. Celui-ci est alors étalé dans un verre de montre, on en découpe le fond sur lequel se trouvent les anguillules, et on verse sur celles-ci une goutte d'albumine diluée.

On peut alors à l'aide d'aiguilles orienter les anguillules de façon qu'elles soient parallèles. Puis on verse avec précaution quelques gouttes d'alcool absolu. L'albumine se coagule. On remplit ensuite le verre de montre d'alcool absolu. Une demi-heure après l'albumine est suffisamment dure pour qu'on puisse prendre le morceau de filtre, sur lequel les anguillules sont désormais collées, et le porter dans un tube plein d'alcool absolu.

Au bout de vingt-quatre ou de quarante-huit heures la déshydratation est complète. On procède alors à l'inclusion à la paraffine.

La mince couche d'albumine et la feuille de papier ne nuisent guère à la bonne préparation des coupes.

Il est à remarquer que l'alcool absolu employé d'emblée, sans que la préparation passe par la série des alcools, ne nuit nullement, la mince couche d'albumine qui entoure

les anguillules les préservant sans doute d'une déshydratation trop brusque.

En raison de la consistance des téguments, il est bon d'employer une paraffine dure; celle qui fond à 55 degrés est particulièrement recommandable.

On peut aussi, après avoir traité les anguillules dans le filtre comme précédemment, retirer ces animaux du filtre et les porter dans un verre de montre où on les enrobe dans une couche mince d'albumine sans les fixer sur une feuille de papier.

La première méthode est préférable parce qu'elle facilite beaucoup l'orientation des animaux.

Tous les colorants peuvent être employés. L'hématine à l'alun, l'hématoxyline, le carmin à l'alun ou au borax, le picro-carmin, l'hématoxyline au fer d'Heidenhain, etc., réussissent bien.

Pour monter des anguillules entières, on peut les tuer soit par l'acide acétique, soit par un autre acide ou par la liqueur picro-sulfurique de Kleinenbergh, soit par l'alcool ou le sublimé acétique. Mais quel que soit le fixateur, il faut, avant de colorer, traiter par l'acide acétique glacial. On peut monter dans la glycérine, mais le montage dans le baume est préférable.

Pour l'étude du développement, il est indispensable, afin d'isoler les œufs et les embryons, de couper les anguillules en plusieurs morceaux avec un bon scalpel ou une aiguille triangulaire. L'opération doit être faite sous un liquide fixateur. Les œufs sont ensuite colorés directement. Il ne faut traiter au préalable par l'acide acétique que les embryons déjà revêtus d'une cuticule imperméable c'est-à-dire les embryons allongés, prêts à éclore.

Bibliographie.

Pour la bibliographie relative à l'*Anguillula oxophila*, consulter :

A. SCHNEIDER. — *Monographie der Nematoden*, 1866.

ÖRLEY LASZLÓ-TÓL. — *Az Anguillulidák magánrajza*. (Természetrajzi füzetek. Budapest, 1880, p. 99.)

P. HALLEZ. — *Recherches sur l'Embryogénie et sur les conditions du développement de quelques Nématodes*. Lille, 1885. (Mémoires de la Société des Sciences de Lille. 4e série, t. XV, 1886.)

PALLECCHI TITO. — *Sulla resistenza vitale dell' anguillula dell' aceto*. (Boll. Musei Zool. Anat. comp. Genova, n° 17.) 1893.

ÉVREUX, IMPRIMERIE DE CHARLES HÉRISSEY